

57

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11205208 A**

(43) Date of publication of application: **30.07.99**

(51) Int. Cl.

H04B 7/08
H04J 11/00
H04L 1/06

(21) Application number: **10006071**

(22) Date of filing: **14.01.98**

(71) Applicant: **TOSHIBA CORP**

(72) Inventor: **NAMEKATA MINORU**
SATO KAZUMI

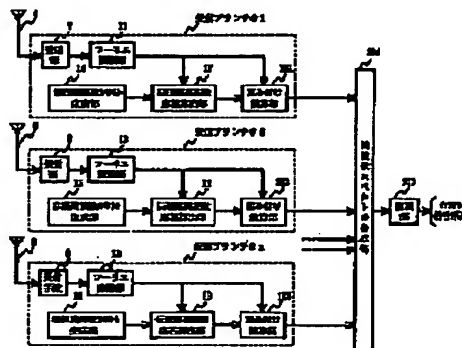
(54) **DIVERSITY RECEIVER**

(57) Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a diversity receiver that is suitable under a multi-path propagation environment.

SOLUTION: This orthogonal frequency division multiplex OFDM diversity receiver receives an OFDM signal sent through a radio wave and generates a frequency spectral signal. Furthermore, the receiver is provided with plural reception branches #1-#n that calculate a frequency response of a transmission channel from the frequency spectral signal and execute weighting in response to the calculated frequency response of the transmission channel to the frequency spectral signal to output it and a frequency spectral synthesis means 104 that synthesizes each of the frequency spectral signals outputted from each of the reception branches #1-#n. The receiver is composed of a demodulation means 105 that demodulates a digital signal series from the synthesized frequency spectral signals.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 1 - 2 0 5 2 0 8

(43) 公開日 平成 1 1 年 (1 9 9 9) 7 月 3 0 日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H04B 7/08			H04B 7/08	D
H04J 11/00			H04J 11/00	Z
H04L 1/06			H04L 1/06	

審査請求 未請求 請求項の数 1 5 O L (全 2 7 頁)

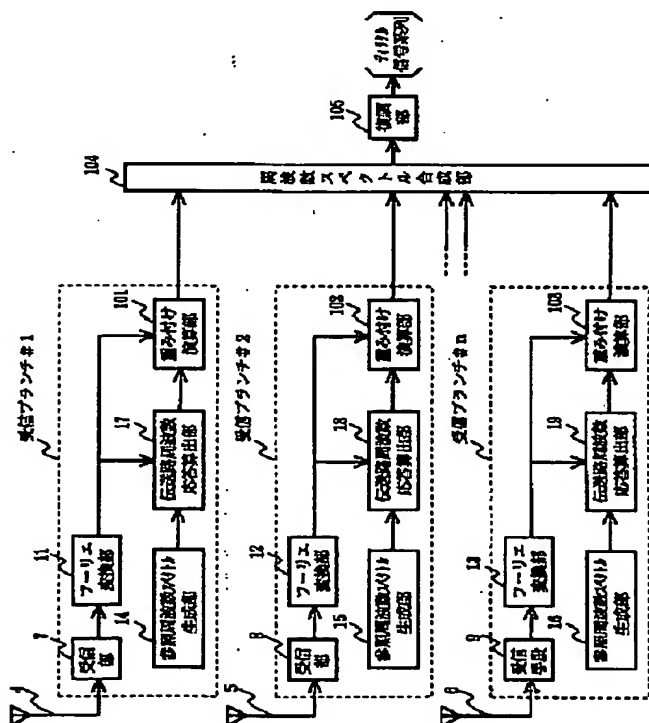
(21) 出願番号	特願平 1 0 - 6 0 7 1	(71) 出願人	0 0 0 0 0 3 0 7 8 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町 7 2 番地
(22) 出願日	平成 1 0 年 (1 9 9 8) 1 月 1 4 日	(72) 発明者	行方 稔 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株 式会社東芝研究開発センター内
		(72) 発明者	佐藤 一美 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株 式会社東芝研究開発センター内
		(74) 代理人	弁理士 須山 佐一

(54) 【発明の名称】 ダイバーシチ受信装置

(57) 【要約】

【課題】 マルチパス伝播環境下に適するダイバーシチ受信装置を実現する。

【解決手段】 この OFDM ダイバーシチ受信装置は、無線伝送された OFDM 信号を受信して周波数スペクトル信号を生成すると共に、この周波数スペクトル信号から伝送路周波数応答を算出し、算出した伝送路周波数応答に応じた重み付けを周波数スペクトル信号に行って出力する複数の受信ブランチ # 1 ~ # n と、各受信ブランチ # 1 ~ # n から出力された各周波数スペクトル信号を合成する周波数スペクトル合成手段 1 0 4 と、合成された周波数スペクトル信号からデジタル信号系列を復調する復調手段 1 0 5 とを具備する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 無線伝送されてきた直交周波数分割多重信号を周波数変換して得た周波数スペクトル信号を、前記周波数スペクトル信号から求めた伝送路周波数応答に依じて重み付けして出力する複数の受信手段と、前記各受信手段からそれぞれ出力された周波数スペクトル信号を合成する合成手段と、合成された前記周波数スペクトル信号からデジタル信号系列を復調する復調手段とを具備したことを特徴とするダイバーシチ受信装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載のダイバーシチ受信装置において、前記各受信手段は、前記直交周波数分割多重信号を受信する受信手段と、前記受信手段により受信された直交周波数分割多重信号を周波数変換して周波数スペクトル信号を生成する周波数スペクトル変換手段と、参照用の周波数スペクトル信号を生成する参照用周波数スペクトル生成手段と、前記周波数スペクトル変換手段により変換された周波数スペクトル信号と前記参照用の周波数スペクトル信号とから伝送路周波数応答を算出する伝送路周波数応答算出手段と、前記伝送路周波数応答算出手段により算出された伝送路周波数応答に基づいて前記周波数スペクトル信号を重み付けして出力する重み付け手段とを具備したことを特徴とするダイバーシチ受信装置。

【請求項 3】 請求項 1 記載のダイバーシチ受信装置において、前記各受信手段は、前記直交周波数分割多重信号を受信する受信手段と、前記受信手段により受信された直交周波数分割多重信号を周波数変換して周波数スペクトル信号を生成する周波数スペクトル変換手段と、参照用の周波数スペクトル信号を生成する参照用周波数スペクトル生成手段と、前記周波数スペクトル変換手段により変換された周波数スペクトル信号と前記参照用の周波数スペクトル信号とから伝送路周波数応答を算出する伝送路周波数応答算出手段と、前記伝送路周波数応答算出手段により算出された伝送路周波数応答に含まれる雑音成分を除去するフィルタリング手段と、前記フィルタリング手段により雑音成分が除去された伝送路周波数応答に基づいて前記周波数スペクトル信号を重み付けして出力する重み付け手段とを具備したことを特徴とするダイバーシチ受信装置。

【請求項 4】 参照用の周波数スペクトルを生成する参照用周波数スペクトル生成手段と、無線伝送されてきた直交周波数分割多重信号を周波数変

換して得た周波数スペクトル信号と前記参照用周波数スペクトル生成手段により生成された参照用周波数スペクトル信号とから伝送路周波数応答を算出し、算出した伝送路周波数応答を用いて前記周波数スペクトル信号の重み付けを行い出力する複数の受信手段と、前記各受信手段からそれぞれ出力された周波数スペクトル信号を合成する合成手段と、前記合成手段により合成された周波数スペクトル信号からデジタル信号系列を復調する復調手段とを具備したことを特徴とするダイバーシチ受信装置。

10 【請求項 5】 無線伝送されてきた直交周波数分割多重信号を周波数変換して得た周波数スペクトル信号と、前記周波数スペクトル信号から求めた伝送路周波数応答とを出力する複数の受信手段と、前記各受信手段からそれぞれ出力された伝送路周波数応答を用いて各周波数スペクトル信号の重み付けを行う重み付け手段と、前記重み付け手段によりそれぞれが重み付けられた周波数スペクトル信号を合成する合成手段と、
20 前記合成手段により合成された周波数スペクトル信号からデジタル信号系列を復調する復調手段とを具備したことを特徴とするダイバーシチ受信装置。

【請求項 6】 請求項 5 記載のダイバーシチ受信装置において、前記各受信手段は、前記直交周波数分割多重信号を受信する受信手段と、前記受信手段により受信された直交周波数分割多重信号を周波数変換して周波数スペクトルを生成する周波数スペクトル変換手段と、
30 参照用の周波数スペクトル信号を生成する参照用周波数スペクトル生成手段と、前記周波数スペクトル変換手段により変換された周波数スペクトル信号と前記参照用の周波数スペクトル信号とから伝送路周波数応答を算出する伝送路周波数応答算出手段とを具備したことを特徴とするダイバーシチ受信装置。

【請求項 7】 参照用の周波数スペクトル信号を生成する参照用周波数スペクトル生成手段と、無線伝送されてきた直交周波数分割多重信号を周波数変換して得た周波数スペクトル信号と前記周波数スペクトル信号から求めた伝送路周波数応答とを出力する複数の受信手段と、前記各受信手段からそれぞれ出力された伝送路周波数応答を用いて前記各周波数スペクトル信号の重み付けを行う重み付け手段と、前記重み付け手段によりそれぞれが重み付けられた前記周波数スペクトル信号を合成する合成手段と、前記周波数スペクトル信号からデジタル信号系列を復調する復調手段とを具備したことを特徴とするダイバー
50 シチ受信装置。

【請求項 8】 請求項 7 記載のダイバーシチ受信装置において、

前記各受信手段は、

前記直交周波数分割多重信号を受信する受信手段と、
前記受信手段により受信された直交周波数分割多重信号を周波数変換して周波数スペクトル信号を生成する周波数スペクトル変換手段と、

前記周波数スペクトル変換手段により変換された周波数スペクトル信号と前記参照用周波数スペクトル生成手段により生成された参照用の周波数スペクトル信号とから伝送路周波数応答を算出する伝送路周波数応答算出手段と、

前記伝送路周波数応答算出手段により算出された伝送路周波数応答に含まれる雑音成分を除去するフィルタリング手段とを具備したことを特徴とするダイバーシチ受信装置。

【請求項 9】 請求項 7 記載のダイバーシチ受信装置において、

前記合成手段により合成された周波数スペクトル信号を、前記各受信手段からそれぞれ出力された伝送路周波数応答を用いてスペクトル毎に振幅補正して前記復調手段へ出力する振幅補正手段をさらに具備したことを特徴とするダイバーシチ受信装置。を具備したことを特徴とするダイバーシチ受信装置

【請求項 10】 無線伝送されてきた直交周波数分割多重信号を周波数変換して得た周波数スペクトル信号と、前記周波数スペクトル信号から求めた伝送路周波数応答とを出力する複数の受信手段と、

前記各受信手段からそれぞれ出力された周波数スペクトル信号を合成する合成手段と、

前記合成手段により合成された周波数スペクトル信号を、前記各受信手段から出力されたそれぞれの伝送路周波数応答を用いてスペクトル毎に振幅補正する振幅補正手段と、

前記振幅補正手段により振幅補正された周波数スペクトル信号からデジタル信号系列を復調する復調手段とを具備したことを特徴とするダイバーシチ受信装置。

【請求項 11】 請求項 10 記載のダイバーシチ受信装置において、

前記各受信手段は、

前記直交周波数分割多重信号を受信する受信手段と、
前記受信手段により受信された直交周波数分割多重信号を周波数変換して周波数スペクトル信号を生成する周波数スペクトル変換手段と、

前記周波数スペクトル変換手段により変換された周波数スペクトル信号と前記参照用周波数スペクトル生成手段により生成された参照用の周波数スペクトル信号とから伝送路周波数応答を算出する伝送路周波数応答算出手段と、

前記伝送路周波数応答算出手段により算出された伝送路

周波数応答に基づいて前記周波数スペクトル信号を重み付けして出力する重み付け手段とを具備したことを特徴とするダイバーシチ受信装置。

【請求項 12】 請求項 10 記載のダイバーシチ受信装置において、

前記各受信手段は、

前記直交周波数分割多重信号を受信する受信手段と、
前記受信手段により受信された直交周波数分割多重信号を周波数変換して周波数スペクトル信号を生成する周波数スペクトル変換手段と、

前記周波数スペクトル変換手段により変換された周波数スペクトル信号と前記参照用周波数スペクトル生成手段により生成された参照用周波数スペクトル信号とから伝送路周波数応答を算出する伝送路周波数応答算出手段と、

前記伝送路周波数応答算出手段により算出された伝送路周波数応答に含まれる雑音成分を除去するフィルタリング手段と、

前記フィルタリング手段により雑音成分が除去された伝送路周波数応答に基づいて前記周波数スペクトル信号を重み付けして出力する重み付け手段とを具備したことを特徴とするダイバーシチ受信装置。

【請求項 13】 請求項 3、8、12 記載のダイバーシチ受信装置において、

前記フィルタリング手段は、

前記伝送路周波数応答算出手段により算出された伝送路周波数応答を伝送路時間応答に変換する伝送路時間応答変換手段と、

前記伝送路時間応答変換手段により変換された伝送路時間応答を用いて多重反射電波伝播環境の伝播遅延時間を測定する伝播遅延時間測定手段と、

雑音除去のための帯域幅を可変して設定可能であり、前記伝送路周波数応答をフィルタリングする帯域幅可変フィルタと、

前記伝播遅延時間測定手段により測定された伝播遅延時間に基づいて前記帯域幅可変フィルタの帯域幅を設定する帯域幅設定手段とを具備することを特徴とするダイバーシチ受信装置。

【請求項 14】 請求項 9、10 記載のダイバーシチ受信装置において、

前記振幅補正手段は、

前記各受信手段の伝送路周波数応答手段により算出されたそれぞれの伝送路周波数応答を電力加算して電力累積値を求める電力加算手段と、

前記電力加算手段により求められた電力累積値を用いて前記合成手段により合成された前記周波数スペクトルを正規化する正規化手段とを具備することを特徴とするダイバーシチ受信装置。

【請求項 15】 請求項 1、4、7、10 記載のダイバーシチ受信装置において、 前記復調手段により復調さ

れたデジタル信号系列を再変調して再変調周波数スペクトルを生成する再変調手段と、

前記受信手段により受信された直交周波数分割多重信号に含まれるデータの種類のに応じて前記再変調手段により再変調された再変調周波数スペクトル信号と前記参照用周波数スペクトル信号のうち、いずれか一方を選択して前記伝送路周波数応答算出手段へ出力する選択手段と、前記選択手段により前記再変調周波数スペクトル信号が選択された場合、前記周波数スペクトル変換手段の出力を遅延させて前記伝送路周波数応答算出手段へ入力する遅延手段とを具備することを特徴とするダイバーシチ受信装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】本発明は、直交周波数分割多重 (orthogonal frequency division multiplexing: OFDM) 伝送方式によりデジタル信号系列を無線伝送する無線通信システムの基地局や端末局、または同伝送方式によりデジタル信号系列の無線放送を行う放送システムの受信局などに用いられるダイバーシチ受信装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】現在、例えば地上波テレビ放送などにはアナログ方式が採用されているが、西暦 2 0 0 0 年を目処にデジタル方式への移行が開始される予定である。地上波テレビ放送は、一つの送信局でカバーするエリアが極めて広いため、受信装置側で無線電波伝播特有の多重反射電波伝播 (マルチパス) の影響を受け易く、受信映像にゴーストなどが生じて映像の品質が劣化するという深刻な問題を抱えている。

【 0 0 0 3 】このマルチパスの規模は、携帯電話や自動車電話などの無線通信システムで対象としているマルチパスの規模よりも遥かに大きく、この種の無線通信システムでマルチパス対策に有効とされている適応自動等化器などを用いても、もはや対応しきれものではない。

【 0 0 0 4 】そこで、劣悪なマルチパス伝播環境においても原理的に耐性を持ち、高品質な情報伝送が可能である直交周波数分割多重 (OFDM) 伝送方式が、地上波テレビ放送のデジタル伝送方式として採用される予定である。

【 0 0 0 5 】この OFDM 伝送方式において伝送される OFDM 信号には送信波形 (シンボル) の一部をコピーしたガード期間が設けられており、このガード期間がガード期間長以下のマルチパス伝播を吸収し、受信品質の致命的な劣化を防いでいる。また、この OFDM 伝送方式の耐マルチパス伝送特性は、地上波テレビ放送だけでなく、公衆網や構内網で今後展開されるであろうマルチメディア通信等の広帯域無線通信システムでも注目されており採用への技術検討が進められている。

【 0 0 0 6 】さらに、OFDM 伝送方式は、この耐マル

チパス伝送特性を生かし、同一の内容を同一の周波数で同時に送信する単一周波数ネットワーク (single frequency network : SFN) が構築できるので、従来のように地域ごとに送信周波数を変更しなければならないという周波数利用の無駄をなくすという点 (利用周波数帯の圧縮) でも非常に有効な伝送方式である。

【 0 0 0 7 】しかしながら、いくら OFDM 伝送方式が耐マルチパス伝送特性に優れていると言えども、マルチパス伝播により生じる厳しい周波数選択性フェージングの影響や、移動受信の際に生じるドップラーシフトや、時間フェージングの影響による受信特性の劣化などから、受信品質を完全に確保するものではない。

【 0 0 0 8 】特に、デジタル地上波テレビ放送や次世代マルチメディア通信で期待される高品質な画像 (高精細画像) の伝送には、音声通信がメインである現存の携帯電話・自動車電話などよりも遥かに高安定かつ高品質な無線伝送技術が要求され、より良好な受信特性が得られる受信装置の実現が急務になっている。

【 0 0 0 9 】さらに、周波数有効利用の面からも、大量の情報を持つ高精細画像の伝送を狭い無線帯域で伝送する技術が必要であり、移動を考慮した無線伝播環境下での高効率な変調方式、例えば QAM 変調方式などの多値変調方式の採用が検討されている。

【 0 0 1 0 】ところが、この種の多値変調方式は、耐雑音特性や耐干渉特性に弱く (歪みに弱く)、送信局や基地局から離れた遠方の場所で電波を受信する受信装置や移動しながら電波を受信する受信装置などでは、低信号対雑音比状態での受信や電波伝播歪みを受けた状態で受信することになるため、いとも簡単に受信特性が劣化してしまい、満足な品質での情報伝送が実現できないという問題がある。

【 0 0 1 1 】特に地上波テレビ放送では、カバーエリアが極めて広く、受信特性の劣化は極めて深刻な問題となることから、受信品質改善技術の開発が望まれる。

【 0 0 1 2 】劣悪な多重電波伝播環境や移動受信環境下における受信特性改善策としては、従来からダイバーシチ受信などが考えられているが、ダイバーシチ受信の実現には、劣悪な電波伝播環境下での時間フェージング歪みの同定 (時間軸方向の変化量の推定) と周波数選択性フェージング歪みの同定 (周波数軸方向の変化量の推定) とを必要とする。特に合成ダイバーシチでは、各受信ブランチごとに正確な歪み (振幅と位相) の推定を行わなければ、効率の良い合成 (最大比合成) を行うことはできない。

【 0 0 1 3 】従来、この歪みの推定が困難であるために、合成ダイバーシチの適用は敬遠されてきた。

【 0 0 1 4 】

【発明が解決しようとする課題】上述したようにデジタル信号系列を直交周波数分割多重伝送方式によって無線伝送を行う場合、直交周波数分割多重伝送方式の耐マ

ルチバス伝送特性を有効に利用しつつも、広大なカバーエリア内のすべての場所で高品質かつ高精細な情報の伝送を実現するには、厳しい多重反射電波伝播環境での受信特性の劣化改善策や移動受信時の受信特性の劣化改善策の適用が必要であり、特に画像情報の伝送が主となる今後のマルチメディア通信やディジタル地上波放送では、多値QAM変調などの高効率な多値変調方式の適用が必須となり、直交周波数分割多重伝送方式における受信特性の改善策、とりわけOFDM信号のダイバーシチ受信技術の開発が急務である。

【0015】本発明はこのような課題を解決するためになされたもので、その第1の目的は、受信ブランチごとに正確な歪み推定を行うことにより合成ダイバーシチ性能を向上することのできるダイバーシチ受信装置を提供することにある。

【0016】また、本発明の第2の目的は、多重反射電波伝播環境や移動受信環境下において高効率変調方式を採用した直交周波数分割多重信号の受信特性を向上することにある。

【0017】さらに、本発明の第3の目的は、劣悪な無線伝播環境下においても高品質な情報の伝送を実現することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記した課題を解決するために、請求項1記載の発明は、無線伝送されてきた直交周波数分割多重信号を周波数変換して得た周波数スペクトル信号を、前記周波数スペクトル信号から求めた伝送路周波数応答に応じて重み付けして出力する複数の受信手段と、前記各受信手段からそれぞれ出力された周波数スペクトル信号を合成する合成手段と、合成された前記周波数スペクトル信号からディジタル信号系列を復調する復調手段とを具備したことを特徴としている。

【0019】この請求項1記載の発明の場合、各受信手段において直交周波数分割多重信号を周波数変換して得た周波数スペクトル信号を、それぞれから算出した伝送路周波数応答に応じて重み付けして合成手段へ出力し、それぞれの周波数スペクトル信号を合成手段でスペクトル毎に合成するので、各受信ブランチごとに伝送路周波数応答の歪みをほぼ正確に補正できるようになり、合成ダイバーシチ性能を向上することができる。

【0020】請求項2記載の発明は、請求項1記載のダイバーシチ受信装置において、前記各受信手段は、前記直交周波数分割多重信号を受信する受信手段と、前記受信手段により受信された直交周波数分割多重信号を周波数変換して周波数スペクトル信号を生成する周波数スペクトル変換手段と、参照用の周波数スペクトル信号を生成する参照用周波数スペクトル生成手段と、前記周波数スペクトル変換手段により変換された周波数スペクトル信号と前記参照用の周波数スペクトル信号とから伝送路周波数応答を算出する伝送路周波数応答算出手段と、前

記伝送路周波数応答算出手段により算出された伝送路周波数応答に基づいて前記周波数スペクトル信号を重み付けして出力する重み付け手段とを具備したことを特徴としている。

【0021】この請求項2記載の発明の場合、各受信手段内の重み付け手段において、それぞれの伝送路周波数応答算出手段により算出された伝送路周波数応答に基づいて各周波数スペクトル信号を重み付けするので、各受信ブランチごとに伝送路周波数応答の歪みをほぼ正確に補正できるようになり、合成ダイバーシチ性能を向上することができる。

【0022】請求項3記載の発明は、請求項1記載のダイバーシチ受信装置において、前記各受信手段は、前記直交周波数分割多重信号を受信する受信手段と、前記受信手段により受信された直交周波数分割多重信号を周波数変換して周波数スペクトル信号を生成する周波数スペクトル変換手段と、参照用の周波数スペクトル信号を生成する参照用周波数スペクトル生成手段と、前記周波数スペクトル変換手段により変換された周波数スペクトル信号と前記参照用の周波数スペクトル信号とから伝送路周波数応答を算出する伝送路周波数応答算出手段と、前記伝送路周波数応答算出手段により算出された伝送路周波数応答に含まれる雑音成分を除去するフィルタリング手段と、前記フィルタリング手段により雑音成分が除去された伝送路周波数応答に基づいて前記周波数スペクトル信号を重み付けして出力する重み付け手段とを具備したことを特徴としている。

【0023】この請求項3記載の発明の場合、各受信手段内の伝送路周波数応答算出手段と重み付け手段との間に、伝送路周波数応答算出手段により算出されたそれぞれの伝送路周波数応答をフィルタリングするフィルタリング手段を介挿したことで、伝送路周波数応答の歪みを除去でき、重み付け手段においてこの歪みを除去した伝送路周波数応答を用いて重み付け処理を正確に行えるようになり合成ダイバーシチ性能を向上することができる。

【0024】請求項4記載の発明は、参照用の周波数スペクトル信号を生成する参照用周波数スペクトル生成手段と、無線伝送されてきた直交周波数分割多重信号を周波数変換して得た周波数スペクトル信号と前記参照用周波数スペクトル生成手段により生成された参照用周波数スペクトル信号とから伝送路周波数応答を算出し、算出した伝送路周波数応答を用いて前記周波数スペクトル信号の重み付けを行い出力する複数の受信手段と、前記各受信手段からそれぞれ出力された周波数スペクトル信号を合成する合成手段と、前記合成手段により合成された周波数スペクトル信号からディジタル信号系列を復調する復調手段とを具備したことを特徴としている。

【0025】この請求項4記載の発明の場合、各受信手段から参照用周波数スペクトル生成手段を独立させて一

10

20

30

40

50

つに統合したので、受信手段を小型化することができる。

【 0 0 2 6 】 請求項 5 記載の発明は、無線伝送されてきた直交周波数分割多重信号を周波数変換して得た周波数スペクトル信号と、前記周波数スペクトル信号から求めた伝送路周波数応答とを出力する複数の受信手段と、前記各受信手段からそれぞれ出力された伝送路周波数応答を用いて各周波数スペクトル信号の重み付けを行う重み付け手段と、前記重み付け手段によりそれぞれが重み付けられた周波数スペクトル信号を合成する合成手段と、前記合成手段により合成された周波数スペクトル信号からデジタル信号系列を復調する復調手段とを具備したことを特徴としている。

【 0 0 2 7 】 この請求項 5 記載の発明の場合、各受信手段から重み付け手段を独立させて一つに統合し、各受信手段では、受信された直交周波数分割多重信号を変換して得た周波数スペクトル信号とこの周波数スペクトル信号から求めた伝送路周波数応答とを重み付け手段へ出力し、重み付け手段において、各受信手段からそれぞれ出力された伝送路周波数応答を用いて各周波数スペクトル信号の重み付けを行うので、受信手段を小型化することができる。

【 0 0 2 8 】 請求項 6 記載の発明は、請求項 5 記載のダイバーシチ受信装置において、前記各受信手段は、前記直交周波数分割多重信号を受信する受信手段と、前記受信手段により受信された直交周波数分割多重信号を周波数変換して周波数スペクトルを生成する周波数スペクトル変換手段と、参照用の周波数スペクトル信号を生成する参照用周波数スペクトル生成手段と、前記周波数スペクトル変換手段により変換された周波数スペクトル信号と前記参照用の周波数スペクトル信号とから伝送路周波数応答を算出する伝送路周波数応答算出手段とを具備したことを特徴としている。

【 0 0 2 9 】 請求項 7 記載の発明は、参照用の周波数スペクトルを生成する参照用周波数スペクトル生成手段と、無線伝送されてきた直交周波数分割多重信号を周波数変換して得た周波数スペクトル信号と前記周波数スペクトル信号から求めた伝送路周波数応答とを出力する複数の受信手段と、前記各受信手段からそれぞれ出力された伝送路周波数応答を用いて前記各周波数スペクトル信号の重み付けを行う重み付け手段と、前記重み付け手段によりそれぞれが重み付けられた前記周波数スペクトル信号を合成する合成手段と、前記周波数スペクトル信号からデジタル信号系列を復調する復調手段とを具備したことを特徴としている。

【 0 0 3 0 】 この請求項 7 記載の発明の場合、各受信手段から参照用周波数スペクトル生成手段と重み付け手段とを独立させたことにより受信手段、つまり各受信ダイバーシチを小型化することができる。

【 0 0 3 1 】 請求項 8 記載の発明は、請求項 7 記載のダ

イバーシチ受信装置において、前記各受信手段は、前記直交周波数分割多重信号を受信する受信手段と、前記受信手段により受信された直交周波数分割多重信号を周波数変換して周波数スペクトル信号を生成する周波数スペクトル変換手段と、前記周波数スペクトル変換手段により変換された周波数スペクトル信号と前記参照用周波数スペクトル生成手段により生成された参照用の周波数スペクトル信号とから伝送路周波数応答を算出する伝送路周波数応答算出手段と、前記伝送路周波数応答算出手段により算出された伝送路周波数応答に含まれる雑音成分を除去するフィルタリング手段とを具備したことを特徴としている。

【 0 0 3 2 】 この請求項 8 記載の発明の場合、各受信手段の内部にフィルタリング手段を設け、伝送路周波数応答算出手段により算出された伝送路周波数応答に含まれる雑音成分を除去した上で、各受信手段の外にある重み付け手段に出力することにより、重み付け手段において、歪みを除去した伝送路周波数応答を用いて各周波数スペクトル信号の重み付け処理を正確に行えるようになり合成ダイバーシチ性能を向上することができる。

【 0 0 3 3 】 請求項 9 記載の発明は、請求項 7 記載のダイバーシチ受信装置において、前記合成手段により合成された周波数スペクトル信号を、前記各受信手段からそれぞれ出力された伝送路周波数応答を用いてスペクトル毎に振幅補正して前記復調手段へ出力する振幅補正手段をさらに具備したことを特徴としている。

【 0 0 3 4 】 この請求項 9 記載の発明の場合、合成手段と復調手段との間に振幅補正手段を介挿し、合成された周波数スペクトル信号をさらに補正することにより、復調手段において、デジタルデータ系列をより正確に復調することができる。

【 0 0 3 5 】 請求項 1 0 記載の発明は、無線伝送されてきた直交周波数分割多重信号を周波数変換して得た周波数スペクトル信号と、前記周波数スペクトル信号から求めた伝送路周波数応答とを出力する複数の受信手段と、前記各受信手段からそれぞれ出力された周波数スペクトル信号を合成する合成手段と、前記合成手段により合成された周波数スペクトル信号を、前記各受信手段から出力されたそれぞれの伝送路周波数応答を用いてスペクトル毎に振幅補正する振幅補正手段と、前記振幅補正手段により振幅補正された周波数スペクトル信号からデジタル信号系列を復調する復調手段とを具備したことを特徴としている。

【 0 0 3 6 】 この請求項 1 0 記載の発明の場合、受信手段にて重み付けせずとも、受信手段から出力された周波数スペクトル信号を合成手段で合成しその合成周波数スペクトル信号に対して振幅補正手段が各受信手段により求められた伝送路周波数応答を用いてスペクトル毎に振幅補正することにより、復調手段において、デジタルデータ系列をより正確に復調することができる。

【 0 0 3 7 】 請求項 1 1 記載の発明は、請求項 1 0 記載のダイバーシチ受信装置において、前記各受信手段は、前記直交周波数分割多重信号を受信する受信手段と、前記受信手段により受信された直交周波数分割多重信号を周波数変換して周波数スペクトルを生成する周波数スペクトル変換手段と、前記周波数スペクトル変換手段により変換された周波数スペクトルと前記参照用周波数スペクトル生成手段により生成された参照用の周波数スペクトルとから伝送路周波数応答を算出する伝送路周波数応答算出手段と、前記伝送路周波数応答算出手段により算出された伝送路周波数応答に基づいて前記周波数スペクトル信号を重み付けして出力する重み付け手段とを具備したことを特徴としている。

【 0 0 3 8 】 この請求項 1 1 記載の発明の場合、各受信手段内に重み付け手段を設けると共に、各受信手段の後段に振幅補正手段を設けることにより、互いの相乗効果が得られるようになり周波数スペクトル信号をより正確に再現することができる。

【 0 0 3 9 】 請求項 1 2 記載の発明は、請求項 1 0 記載のダイバーシチ受信装置において、前記各受信手段は、前記直交周波数分割多重信号を受信する受信手段と、前記受信手段により受信された直交周波数分割多重信号を周波数変換して周波数スペクトルを生成する周波数スペクトル変換手段と、前記周波数スペクトル変換手段により変換された周波数スペクトルと前記参照用周波数スペクトル生成手段により生成された参照用周波数スペクトルとから伝送路周波数応答を算出する伝送路周波数応答算出手段と、前記伝送路周波数応答算出手段により算出された伝送路周波数応答に含まれる雑音成分を除去するフィルタリング手段と、前記フィルタリング手段により雑音成分が除去された伝送路周波数応答に基づいて前記周波数スペクトル信号を重み付けして出力する重み付け手段とを具備したことを特徴としている。

【 0 0 4 0 】 この請求項 1 2 記載の発明の場合、各受信手段内に重み付け手段およびフィルタリング手段を設けることにより周波数スペクトル信号および伝送路周波数応答をより正確に求めることができ、しかも各受信手段の後段に振幅補正手段を設けたことにより、それぞれの手段による処理の相乗効果が得られるようになり、周波数スペクトル信号をさらに正確に再現することができる。

【 0 0 4 1 】 請求項 1 3 記載の発明は、請求項 3、8、1 2 記載のダイバーシチ受信装置において、前記フィルタリング手段は、前記伝送路周波数応答算出手段により算出された伝送路周波数応答を伝送路時間応答に変換する伝送路時間応答変換手段と、前記伝送路時間応答変換手段により変換された伝送路時間応答を用いて多重反射電波伝播環境の伝播遅延時間を測定する伝播遅延時間測定手段と、雑音除去のための帯域幅を可変して設定可能であり、前記伝送路周波数応答をフィルタリングする帯

域幅可変フィルタと、前記伝播遅延時間測定手段により測定された伝播遅延時間に基づいて前記帯域幅可変フィルタの帯域幅を設定する帯域幅設定手段とを具備することを特徴としている。

【 0 0 4 2 】 請求項 1 4 記載の発明は、請求項 9、1 0 記載のダイバーシチ受信装置において、前記振幅補正手段は、前記各受信手段の伝送路周波数応答手段により算出されたそれぞれの伝送路周波数応答を電力加算して電力累積値を求める電力加算手段と、前記電力加算手段により求められた電力累積値を用いて前記合成手段により合成された前記周波数スペクトルを正規化する正規化手段とを具備することを特徴としている。

【 0 0 4 3 】 請求項 1 5 記載の発明は、請求項 1、4、7、1 0 記載のダイバーシチ受信装置において、前記復調手段により復調されたディジタル信号系列を再変調して再変調周波数スペクトルを生成する再変調手段と、前記受信手段により受信された直交周波数分割多重信号に含まれるデータの種類のに応じて前記再変調手段により再変調された再変調周波数スペクトル信号と前記参照用周波数スペクトル信号のうち、いずれか一方を選択して前記伝送路周波数応答算出手段へ出力する選択手段と、前記選択手段により前記再変調周波数スペクトル信号が選択された場合、前記周波数スペクトル変換手段の出力を遅延させて前記伝送路周波数応答算出手段へ入力する遅延手段とを具備することを特徴としている。

【 0 0 4 4 】 この請求項 1 5 記載の発明の場合、選択手段は、受信手段により受信された直交周波数分割多重信号に含まれるデータの種類のに応じて再変調手段により再変調された再変調周波数スペクトル信号と参照用周波数スペクトル信号のうち、いずれか一方を選択して伝送路周波数応答算出手段へ出力する。

【 0 0 4 5 】 例えば既知データ系列が受信された場合、選択手段は、参照用周波数スペクトル信号を選択して伝送路周波数応答算出手段へ出力し、伝送路周波数応答算出手段では、周波数スペクトル変換手段からの周波数スペクトル信号と参照用周波数スペクトル信号とから伝送路周波数応答を算出する。

【 0 0 4 6 】 また、既知データ系列以外のデータ系列が受信された場合、選択手段は、再変調手段により再変調された再変調周波数スペクトル信号を伝送路周波数応答算出手段へ出力する。またこの場合、遅延手段が周波数スペクトル変換手段の出力を遅延させて伝送路周波数応答算出手段へ入力させるので、伝送路周波数応答算出手段では、この場合にも 2 つの信号を同期させて伝送路周波数応答を算出することができる。

【 0 0 4 7 】 これにより、移動受信環境などの動的な電波の伝播環境においても、各受信ブランチでアップデートな伝送路周波数応答を算出でき、合成ダイバーシチに不可欠な適切な重み付け処理をより正確に行うことができる。

10

20

30

40

50

【0048】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

【0049】図1は本発明に係る第1実施形態のOFDMダイバーシチ受信装置の構成を示す図である。

【0050】同図に示すように、このOFDMダイバーシチ受信装置は、複数の受信ブランチ#1～#nと、これら複数の受信ブランチ#1～#nから出力された周波数スペクトル信号を合成する周波数スペクトル合成部104と、この周波数スペクトル信号合成部104により合成された周波数スペクトル信号（以下合成周波数スペクトル信号と称す）からデジタル信号系列を復調する復調部105とを有している。

【0051】受信ブランチ#1は、アンテナ4、受信部7、フーリエ変換部11、参照周波数スペクトル生成部14、伝送路周波数応答算出部17、重み付け演算部101を有している。受信ブランチ#2は、アンテナ5、受信部8、フーリエ変換部12、参照周波数スペクトル生成部15、伝送路周波数応答算出部18、重み付け演算部102を有している。受信ブランチ#nは、アンテナ6、受信部9、フーリエ変換部13、参照周波数スペクトル生成部16、伝送路周波数応答算出部19、重み付け演算部103を有している。

【0052】受信部7～9は、アンテナ4～6によって受信されたOFDM伝送信号を受信処理する。受信部7～9には、RF周波数の信号をベースバンド信号に周波数変換するために必要な手段（増幅、周波数混合、帯域制限など）、同期手段、周波数補正手段、OFDM伝送方式に特有のガード期間の除去手段などの各手段が備えられてフーリエ変換部11～13は受信されたOFDM伝送信号を高速フーリエ変換処理して周波数スペクトル信号を生成する。参照周波数スペクトル生成部14～16は各フーリエ変換部11～13によって変換された周波数スペクトル信号に相当する参照用の周波数スペクトル信号（以下参照周波数スペクトル信号と称す）を生成する。伝送路周波数応答算出部17～19は、これらOFDM伝送信号の周波数スペクトル信号と参照周波数スペクトル信号とを用いて各受信ブランチ固有の伝送路周波数応答を算出する。

【0053】続いて、この第1実施形態のOFDMダイバーシチ受信装置の動作を説明する。このOFDMダイ

$$r(i, j) = h(i, j) s(j) + n(i, j)$$

と表すことができる。なおjはスペクトル番号である。

【0058】受信ブランチ#iの参照周波数スペクトル生成部により生成される参照周波数スペクトルはs(j)

$$\begin{aligned} \underline{h}(i, j) &= r(i, j) s^*(j) / |s(j)|^2 \\ &= h(i, j) + n(i, j) s^*(j) / |s(j)|^2 \\ &= h(i, j) + n'(i, j) \end{aligned}$$

となる。

【0059】重み付け演算部では、式(2)を用いて式

イバーシチ受信装置の場合、放送局などの送信手段から送信されたOFDM伝送信号が各受信ブランチ#1～#nのアンテナ4～6で受信されると、受信されたOFDM伝送信号は各受信部7～9に入力される。受信部7～9では、OFDM伝送信号に対して増幅、周波数混合、帯域制限などを行って、RF周波数の信号をベースバンド信号に周波数変換する。そしてベースバンド信号に対して同期捕捉、周波数補正、OFDM伝送方式に特有のガード期間の除去などの各受信処理を実行し、ガード期間が除去されたベースバンド信号が各フーリエ変換部11～13に出力される。

【0054】各フーリエ変換部11～13では、各受信部7～9から入力されたベースバンド信号が高速フーリエ変換されて周波数スペクトル信号に変換されて、伝送路周波数応答算出部17～19および重み付け演算部101～103へ出力される。一方、各参照周波数スペクトル生成部14～16では、各フーリエ変換部11～13によって変換された周波数スペクトル信号に相当する参照周波数スペクトル信号が生成されて伝送路周波数応答算出部17～19へ出力される。

【0055】各伝送路周波数応答算出部17～19では、各フーリエ変換部11～13から入力された周波数スペクトル信号と各参照周波数スペクトル生成部14～16から入力された参照周波数スペクトル信号とを用いて各受信ブランチ#1～#n固有の伝送路周波数応答が算出されて、重み付け演算部101～103へ出力される。

【0056】各重み付け演算部101～103では、各フーリエ変換部11～13からの周波数スペクトルが、各伝送路周波数応答算出部17～19からの伝送路周波数応答に基づいて重み付け演算される。重み付け演算とは、フーリエ変換部11～13により変換された周波数スペクトルを各スペクトル毎に重み付けする演算処理を言う。

【0057】ここまでの一連の処理を数式で示すと以下の通りになる。ここでは、OFDM伝送信号を第i番目の受信ブランチ#iで受信したと想定する。受信ブランチ#iのアンテナで受信されたOFDM伝送信号が受信処理およびフーリエ変換処理後に変換された周波数スペクトルをr(i, j)とすると、

$$\dots \text{式(1)}$$

であるため、伝送路周波数応答算出部で算出される伝送路周波数応答 $\underline{h}(i, j)$ は、

$$\dots \text{式(2)}$$

(1)以降の時刻のフーリエ変換部の出力r(i, j)に対し、

【数 1】

$$\underline{r}(i, j) \underline{h}^*(i, j) / |\underline{h}(i, j)|^2 = s(j) + n''(i, j) \quad \cdots \text{式 (3)}$$

という処理が行われる。

【0060】ここで、 $n''(i, j) = n(i, j) \cdot \underline{h}^*(i, j) / |\underline{h}(i, j)|^2$ である。つまり、重み付け演算部では、 $\underline{h}^*(i, j) / |\underline{h}(i, j)|^2$ を乗算する処理が行われる。

【0061】このようにして重み付けされた各周波数スペクトル信号は、各受信ブランチ #1 ~ #n から周波数スペクトル合成部 104 に出力される。

【0062】周波数スペクトル合成部 104 では、入力された複数の周波数スペクトル信号を合成して合成周波数スペクトル信号とし復調部 105 に出力する。

【0063】復調部 105 では、入力された合成周波数スペクトル信号に対して所定のデマッピング処理やパラレル/シリアル変換等を行い、送信されたデジタル信号系列を復調する。

【0064】このようにこの第 1 実施形態の OFDM ダイバーシチ受信装置によれば、複数の受信ブランチ #1 ~ #n で受信された各 OFDM 伝送信号を周波数スペクトル信号に変換すると共に、各伝送路周波数応答算出部 17 ~ 19 によって算出された伝送路周波数応答を用いて各周波数スペクトル信号の重み付けを行った後、それぞれの周波数スペクトル信号を合成するので、より正確な合成ダイバーシチ受信を実現することができる。また、このダイバーシチ受信の実現により受信特性の向上を図ることができる。さらに、劣悪な無線伝播環境下においても高品質な情報の伝送を実現することができる。

【0065】次に、図 2 を参照して本発明に係る第 2 実施形態の OFDM ダイバーシチ受信装置について説明する。図 2 は本発明に係る第 2 実施形態の OFDM ダイバーシチ受信装置の構成を示す図である。

【0066】この第 2 実施形態は、上記第 1 実施形態における参照周波数スペクトル生成部 14 ~ 16 で生成される参照周波数スペクトルが全て同じであることに着目し、各参照周波数スペクトル生成部 14 ~ 16 を一つの参照周波数スペクトル生成部 106 に統合した例である。

【0067】この第 2 実施形態の OFDM ダイバーシチ受信装置の場合、上記同様にアンテナ 4 ~ 6 で受信された OFDM 伝送信号は各受信部 7 ~ 9 に入力され、ベースバンド信号に変換されて各フーリエ変換部 11 ~ 13 に入力される。

【0068】各フーリエ変換部 11 ~ 13 では、各受信部 7 ~ 9 からのベースバンド信号が高速フーリエ変換されて周波数スペクトル信号に変換されて、伝送路周波数応答算出部 17 ~ 19 および重み付け演算部 101 ~ 103 へ出力される。

【0069】一方、参照周波数スペクトル生成部 106

では、フーリエ変換部 11 ~ 13 によって変換された周波数スペクトル信号に相当する参照周波数スペクトル信号が生成されて各伝送路周波数応答算出部 17 ~ 19 へ出力される。

【0070】各伝送路周波数応答算出部 17 ~ 19 では、各フーリエ変換部 11 ~ 13 から入力された周波数スペクトル信号と参照周波数スペクトル生成部 106 から入力された参照周波数スペクトル信号とを用いて各受信ブランチ #1 ~ #n 固有の伝送路周波数応答が算出されて、重み付け演算部 101 ~ 103 へ出力される。

【0071】各重み付け演算部 101 ~ 103 では、各フーリエ変換部 11 ~ 13 からの周波数スペクトルが、各伝送路周波数応答算出部 17 ~ 19 からの伝送路周波数応答に基づいて重み付け演算される。

【0072】そして、各重み付け演算部 101 ~ 103 により重み付けされた各受信ブランチ #1 ~ #n の周波数スペクトル信号は、周波数スペクトル合成部 104 に出力される。

【0073】周波数スペクトル合成部 104 では、入力された複数の周波数スペクトル信号を合成して合成周波数スペクトル信号とし復調部 105 に出力する。

【0074】復調部 105 では、入力された合成周波数スペクトル信号に対して所定のデマッピング処理やパラレル/シリアル変換等を行い、送信されたデジタル信号系列を復調する。

【0075】このようにこの第 2 実施形態の OFDM ダイバーシチ受信装置によれば、上記第 1 実施形態と同様の効果が得られると共に、各受信ブランチ #1 ~ #n から参照周波数スペクトル生成部を独立させて、参照周波数スペクトル信号を生成する手段を一つに統合したことで各受信ブランチ #1 ~ #n の小型化を図ることができる。

【0076】次に、図 3 を参照して本発明に係る第 3 実施形態の OFDM ダイバーシチ受信装置について説明する。図 3 は本発明に係る第 3 実施形態の OFDM ダイバーシチ受信装置の構成を示す図である。

【0077】この第 3 実施形態は、上記第 1 実施形態の各受信ブランチ #1 ~ #n における重み付け演算部 101 ~ 103 を受信ブランチ #1 ~ #n から独立させて一つの重み付け演算部 107 とした例である。

【0078】この第 3 実施形態の OFDM ダイバーシチ受信装置の場合、上記同様にアンテナ 4 ~ 6 で受信された OFDM 伝送信号は各受信部 7 ~ 9 に入力され、ベースバンド信号に変換されて各フーリエ変換部 11 ~ 13 に入力される。

【0079】各フーリエ変換部 11 ~ 13 では、各受信部 7 ~ 9 からのベースバンド信号が高速フーリエ変換さ

れて周波数スペクトル信号に変換されて、伝送路周波数応答算出部 17~19 および重み付け演算部 107 へ出力される。

【0080】一方、各参照周波数スペクトル生成部 14~16 では、各フーリエ変換部 11~13 によって変換された周波数スペクトル信号に相当する参照周波数スペクトル信号が生成されて伝送路周波数応答算出部 17~19 へ出力される。

【0081】各伝送路周波数応答算出部 17~19 では、各フーリエ変換部 11~13 から入力された周波数スペクトル信号と各参照周波数スペクトル生成部 14~16 から入力された参照周波数スペクトル信号とを用い

$$r(i, j) = h(i, j) s(j) + n(i, j)$$

と表すことができる。なお j はスペクトル番号である。

【0084】参照周波数スペクトル生成部により生成さ

$$\begin{aligned} \underline{h}(i, j) &= r(i, j) s^*(j) / |s(j)|^2 \\ &= h(i, j) + n(i, j) s^*(j) / |s(j)|^2 \\ &= h(i, j) + n'(i, j) \end{aligned}$$

となる。

【0085】重み付け演算部 107 では、式 (5) を用いて式 (4) 以降の時刻のフーリエ変換部の出力、つま

$$r(i, j) \underline{h}^*(i, j) = s(j) | \underline{h}(i, j) |^2 + n''(i, j) \quad \text{---式 (6)}$$

という式で処理を行う。

【0086】この実施形態では、式 (4) が式 (1) と同じであり、式 (5) が式 (2) と同じであるが、式 (6) が式 (3) と異なる処理を実行する。これがこの実施形態の特徴である。また、式 (6) の n'' は式 (3) とは異なる。

【0087】重み付け演算部 107 では、各受信ブラン

$$r'(i, j) = r(i, j) h^*(i, j) / \{ \sum |h(i, j)|^2 \} \quad \text{---式 (7)}$$

となる。

【0089】重み付け演算部 107 により重み付け演算された演算結果、つまり n 個の受信ブラン

【0090】この周波数スペクトル合成部 104 の出力、つまり合成周波数スペクトル信号は、復調部 105 に入力される。

【0091】復調部 105 では、所定のデマッピング処理やパラレル/シリアル変換処理等が行なわれた後、送信元から送信されたデジタル信号系列が復調される。

【0092】このようにこの第 3 実施形態の OFDM ダイバースチ受信装置によれば、上記第 1 実施形態と同様の効果が得られると共に、複数の重み付け演算部 101~103 を受信ブラン

【0093】すなわち、第 1 実施形態とは異なる処理手

て各受信ブラン

【0082】重み付け演算部 107 では、各フーリエ変換部 11~13 からの周波数スペクトルが、各伝送路周波数応答算出部 17~19 からの伝送路周波数応答に基づいて各スペクトル毎に重み付け演算される。

【0083】ここでの一連の処理を数式で簡単に示すと以下の通りとなる。ここでは、第 i 番目のブラン

$$\text{---式 (4)}$$

れた参照周波数スペクトルは $s(j)$ であるため、周波数応答算出部で算出される伝送路周波数応答 $\underline{h}(i, j)$ は、

$$\text{---式 (5)}$$

り $r(i, j)$ に対し、

【数 2】

ランチ #1~# n のフーリエ変換部 11~13 からの出力に、 $h^*(i, j)$ を乗算し、その乗算結果を各受信

【0088】ゆえに、第 i 番目の受信ブラン

順を行った場合でも、合成ダイバースチ受信の実現とダイバースチ受信による受信特性の改善を図ることができる。なお、この第 3 実施形態では、参照周波数スペクトル生成部 14~16 を各受信ブラン

【0094】次に、図 4~図 6 を参照して本発明に係る第 4 実施形態の OFDM ダイバースチ受信装置について説明する。図 4 は本発明に係る第 4 実施形態の OFDM ダイバースチ受信装置の構成を示す図、図 5 はこの OFDM ダイバースチ受信装置のフィルタリング手段の具体的な構成例を示す図、図 6 はフィルタリング手段の逆フーリエ変換部の前段と後段の信号を模式的に示した図である。

【0095】図 4 に示すように、この第 4 実施形態の OFDM ダイバースチ受信装置は、上記第 1 実施形態における各受信ブラン

との間にフィルタリング手段 21～23 を介挿したものである。

【0096】各フィルタリング手段 21～23 は、基本的に各受信ブランチ #1～#n の伝送路周波数応答算出部 17～19 の後段に直に接続される処理手段であり、フィルタリング手段 21～23 の後段には、重み付け演算部 101～103 が接続される。

【0097】図 5 に示すように、例えばフィルタリング手段 21 は、逆フーリエ変換部 32、伝播遅延時間測定部 33、フィルタリング帯域幅設定部 34 およびフィルタ 35 などから構成されている。

【0098】逆フーリエ変換部 32 とフィルタ 35 とには、受信ブランチ #1 に付随する伝送路周波数応答算出部 17 からフィルタリング手段 21 に入力された伝送路周波数応答が入力される。逆フーリエ変換部 32 は、入力された伝送路周波数応答を逆フーリエ変換して時間領域の情報、すなわち伝送路時間応答に変換する。この伝送路時間応答は、伝送路インパルス応答や遅延プロファイルなどとも言う。一般的に遅延プロファイルは、多重電波伝播環境でのパス数を表す。伝播遅延時間測定部 33 は、入力された遅延プロファイルを基に最大遅延時間を測定しその測定結果をフィルタリング帯域幅設定部 34 に通知する。フィルタリング帯域幅設定部 34 は、通知された測定結果を基にフィルタ 35 の帯域幅を決定し、その帯域幅をフィルタ 35 に設定する。フィルタ 35 は、入力された伝送路周波数応答をフィルタリング帯域幅設定部 34 により設定された帯域幅でフィルタリングして重み付け演算部 101 へ出力する。なお、他のフィルタリング手段 22、23 も同様の構成である。

【0099】この第 4 実施形態の OFDM ダイバーシチ受信装置の場合、各受信ブランチ #1～#n の伝送路周波数応答算出部 17～19 で算出された伝送路周波数応答は、フィルタリング手段 21～23 を介して重み付け演算部 101～103 に入力される。フィルタリング手段 21～23 では、それぞれの受信部 7～9 で混入した雑音等による伝送路周波数応答の歪みが除去される。

【0100】例えば受信ブランチ #1 に付随する伝送路周波数応答算出部 17 で算出された伝送路周波数応答は、図 6 (a) に示すように、時間軸方向に $1/\tau$ の周期で振幅が変化する伝送路周波数応答であり、この伝送路周波数応答がフィルタ手段 21 の逆フーリエ変換部 32 とフィルタ 35 に入力される。この伝送路周波数応答は、マルチパス伝播環境において、周波数選択性フェージング現象を起こす。このフェージング現象の間隔は、決まった周期で変動する。

【0101】逆フーリエ変換部 32 に伝送路周波数応答が入力されると、逆フーリエ変換部 32 では、上記伝送路周波数応答が逆フーリエ変換されて、図 6 (b) に示すように、主波とこの主波に対して時間 τ だけ遅延した遅延波とからなる時間領域の情報である伝送路時間応

答、つまり遅延プロファイルに変換される。伝播遅延時間測定部 33 に遅延プロファイルが入力されると、伝播遅延時間測定部 33 では、入力された遅延プロファイルから最大遅延時間を測定する。この最大遅延時間測定結果はフィルタリング帯域幅設定部 34 に通知される。フィルタリング帯域幅設定部 34 では、通知された最大遅延時間を基にフィルタ 35 に設定する帯域幅を決定し、その帯域幅をフィルタ 35 に設定する。

【0102】一方、フィルタ 35 に伝送路周波数応答が入力されると、フィルタ 35 では、上記のように設定された帯域幅で伝送路周波数応答がフィルタリングされて、重み付け演算部 101 へ出力される。

【0103】すなわち、図 6 (b) の波形より、フィルタリング帯域幅設定部 34 では、電波の伝播環境をほぼ正確に把握でき、それをフィルタリング帯域幅設定部 34 に通知することによって主波と遅延波以外の成分を除去するようにフィルタ 35 の帯域幅を設定することができる。

【0104】そして、フィルタリング帯域幅設定部 34 によって適切な帯域幅に設定されたフィルタ 35 に伝送路周波数応答算出部 17～19 の出力である伝送路周波数応答を通すことにより、伝送路周波数応答の不必要な雑音成分を抑圧しつつ必要な成分のみを得ることができ、より正確な値の伝送路周波数応答を得ることができる。このように、より正しい伝送路周波数応答を得ることは、適切な重み付け処理を実現するにあたって不可欠なので、結果的に極めて良好な合成ダイバーシチ受信を実現することができる。

【0105】各フィルタリング手段 21～23 で雑音等による歪みが除去された伝送路周波数応答は、それぞれ重み付け演算部 101～103 に入力されて重み付け演算処理される。

【0106】各重み付け演算部 101～103 では、入力された各伝送路周波数応答を用いて各受信ブランチ #1～#n のフーリエ変換部 11～13 の出力である各周波数スペクトルに重み付けして周波数スペクトル合成部 104 に出力する。つまり、これら重み付け演算部 101～103 では、合成ダイバーシチ実現のための適切な重み付け処理が行われる。

【0107】周波数スペクトル合成部 104 では、各受信ブランチ #1～#n からの周波数スペクトルが合成され、合成された周波数スペクトルは、復調部 105 に入力される。復調部 105 では、所定のデマッピング処理やパラレル/シリアル変換処理等が行われ、送信されデジタル信号系列が復調される。

【0108】このようにこの第 4 実施形態の OFDM ダイバーシチ受信装置によれば、上記第 1 実施形態と同様の効果が得られると共に、伝送路周波数応答算出部 17～19 と重み付け演算部 101～103 との間にフィルタリング手段 21～23 を介挿したことで、各受信ブ

ンチ # 1 ~ # n で算出した伝送路周波数応答から雑音等による歪みを除去でき、伝送路周波数応答をより正確にすることができ、後段の重み付け演算部 1 0 1 ~ 1 0 3 において適切な重み付け処理を実現できる。

【 0 1 0 9 】つまり、フィルタリング手段 2 1 ~ 2 3 を持つことで、遅延時間が変化するような伝播環境においても、伝送路周波数応答に付加されている雑音等の歪みを効率良く、かつ効果的に除去することができ、より正確な伝送路周波数応答を求めることができる。

【 0 1 1 0 】これにより、各受信ブランチ # 1 ~ # n での重み付け処理を理想的に行えるようになり、伝送路周波数応答の歪みを除去して合成ダイバーシチ受信を確実に行うことができる。

【 0 1 1 1 】なお、この第 4 実施形態は、第 1 実施形態を基本としたものであったが、当然のことながら、第 2、第 3 実施形態に対してもフィルタリング部 2 1 ~ 2 3 を伝送路周波数応答算出部 1 7 ~ 1 9 と重み付け演算部 1 0 1 ~ 1 0 3 の間に挿入した構成も有効である。

【 0 1 1 2 】この結果、より正確な合成ダイバーシチ受信を実現することができる。また、このダイバーシチ受信の実現により受信特性の向上を図ることができる。さらに、劣悪な無線伝播環境下においても高品質な情報の伝送を実現することができる。次に、図 7 および図 8 を参照して本発明に係る第 5 実施形態の OFDM ダイバーシチ受信装置について説明する。図 7 は本発明に係る第 5 実施形態の OFDM ダイバーシチ受信装置の構成を示す図、図 8 はこの OFDM ダイバーシチ受信装置の振幅補正手段の具体的な構成例を示す図である。

【 0 1 1 3 】図 7 に示すように、この第 5 実施形態の OFDM ダイバーシチ受信装置は、第 1 実施形態の OFD

$$r(i, j) = h(i, j) s(j) + n(i, j)$$

と表すことができる。なお j はスペクトル番号である。

【 0 1 1 9 】参照周波数スペクトル生成部により生成された参照周波数スペクトルは $s(j)$ であるため、伝送路

$$\begin{aligned} \underline{h}(i, j) &= r(i, j) s^*(j) / |s(j)|^2 \\ &= h(i, j) + n(i, j) s^*(j) / |s(j)|^2 \\ &= h(i, j) + n'(i, j) \end{aligned}$$

となる。

【 0 1 2 0 】重み付け演算部では、式 (8) を用いて式 (7) 以降の時刻のフーリエ変換部の出力 $r(i, j)$ に対

$$r(i, j) \underline{h}^*(i, j) \div s(j) | \underline{h}(i, j) |^2 + n''(i, j) \quad \cdots \text{式 (9)}$$

という演算処理を行う。

【 0 1 2 1 】ここで、 $n''(i, j) = n(i, j) \underline{h}^*(i, j)$ である。

$$\begin{aligned} r'(i, j) &= \sum r(i, j) \underline{h}^*(i, j) \\ &= \sum | \underline{h}(i, j) |^2 s(j) + \sum n''(i, j) \end{aligned} \quad \cdots \text{式 (10)}$$

となる。

【 0 1 2 3 】このため、振幅補正手段 1 0 8 では、式 (10) を $\sum | \underline{h}(i, j) |^2$ で除算する処理を実行す

Mダイバーシチ受信装置 (図 1) の周波数スペクトル合成部 1 0 4 と復調部 1 0 5 間に振幅補正手段 1 0 8 を介挿した変形例である。この振幅補正手段 1 0 8 は、周波数スペクトル合成部 1 0 4 により合成された合成周波数スペクトルの振幅を補正するものである。

【 0 1 1 4 】図 8 に示すように、振幅補正手段 1 0 8 は、電力算出部 4 6 ~ 4 8、加算部 4 1 0、除算部 4 1 1 などを有している。

【 0 1 1 5 】電力算出部 4 6 ~ 4 8 は、各受信ブランチ # 1 ~ # n の伝送路周波数応答算出部 1 7 ~ 1 9 によりそれぞれ算出された伝送路周波数応答の電力を算出する。加算部 4 1 0 は、各電力算出部 4 6 ~ 4 8 でスペクトル毎に算出された伝送路周波数応答の電力値を加算して電力累積値とする。除算部 4 1 1 は、加算部 4 1 0 により加算された電力累積値と周波数スペクトル合成部 1 0 4 から入力された合成周波数スペクトル信号とを除算することにより、合成周波数スペクトル信号が正規化される。

【 0 1 1 6 】この第 5 実施形態の OFDM ダイバーシチ受信装置は、第 1 実施形態の構成を基本にしたものであり、各受信ブランチ # 1 ~ # n の基本的な動作はほぼ同じであるが、第 1 実施形態で説明した重み付け演算部 1 0 1 ~ 1 0 3 とは動作が若干異なるので、以下、簡単に説明する。

【 0 1 1 7 】ここでは第 i 番目の受信ブランチ # i を対象に説明する。

【 0 1 1 8 】受信ブランチ # i で受信されてその中のフーリエ変換部によって変換された OFDM 伝送信号の周波数スペクトルを $r(i, j)$ とすると、

…式 (7)

周波数応答算出部で算出される伝送路周波数応答 $\underline{h}(i, j)$ は

…式 (8)

し、

【数 3】

【 0 1 2 2 】したがって、周波数スペクトル合成部 1 0 4 の出力 $r'(i, j)$ は、

【 0 1 2 4 】この処理を振幅補正手段 1 0 8 で実現するために、この振幅補正手段 1 0 8 では、周波数スペクトル

ル合成部 104 からの合成周波数スペクトル信号だけでなく、各受信ブランチ #1 ~ #n の伝送路周波数応答算出部 17 ~ 19 で算出された伝送路周波数応答 $h(i, j)$ も利用する。

【0125】各受信ブランチ #1 ~ #n に付随する伝送路周波数応答算出部 17 ~ 19 により算出された伝送路周波数応答は、振幅補正手段 108 の各電力算出部 46 ~ 48 に入力される。各電力算出部 46 ~ 48 は、入力された伝送路周波数応答の電力をスペクトル毎に算出する。各電力算出部 46 ~ 48 でスペクトル毎に算出され

た電力は、加算部 410 に入力されてスペクトル毎に加算されて振幅補正值とされる。

【0126】つまり、この加算部 410 では、第 i 番目の受信ブランチ #i で得られた伝送路周波数応答の第 k スペクトルの電力値と、第 j 番目の受信ブランチ #j で得られた伝送路周波数応答の第 k スペクトルの電力値とが加算されて振幅補正值となる。このようにして得られた振幅補正值は、除算部 411 に出力される。

【0127】除算部 411 には周波数スペクトル合成部 40 からの合成周波数スペクトル信号が入力されるので、この合成周波数スペクトル信号が上記振幅補正值で除算される。この除算結果の周波数スペクトル信号は、復調部 105 へ出力される。

【0128】このようにして振幅補正手段 108 により各スペクトル毎に振幅補正された合成周波数スペクトルは、復調部 105 に入力される。

【0129】復調部 105 では、入力された除算結果の周波数スペクトル信号に対して所定のデマッピング処理やパラレル/シリアル変換処理などを行い、送信されたデジタル信号系列を復調する。

【0130】このようにこの第 5 実施形態の OFDM ダイバースチ受信装置によれば、周波数スペクトル合成部 104 と復調部 105 との間に振幅補正手段 108 を介挿し、周波数スペクトル合成部 104 により合成された合成周波数スペクトルの振幅を各受信ブランチ #1 ~ #n から出力された伝送路周波数応答を用いて補正することにより復調部 105 では、より正確なデジタル信号系列を復調することができる。

【0131】この結果、より正確な合成ダイバースチ受信を実現することができる。また、このダイバースチ受信の実現により受信特性の向上を図ることができる。さらに、劣悪な無線伝播環境下においても高品質な情報の伝送を実現することができる。なお、この第 5 実施形態で説明した重み付け演算部 101 ~ 103 は、結果的に図 3 に示した第 3 実施形態の重み付け演算部 107 と同じ機能となるが、この振幅補正手段 108 を周波数スペクトル合成部 104 の前段に配置するか後段に配置するかが、上記第 3 実施形態との違いとなっている。振幅補正手段 108 を周波数スペクトル合成部 104 の前段に配置するような場合は、各受信ブランチ #1 ~ #n に

付随する重み付け演算部 101 ~ 103 にこの振幅補正手段 108 の機能を含めることができるため、第 3 実施形態ではあえて振幅補正手段 108 を独立した構成としてはいない。

【0132】また、この第 5 実施形態では、参照周波数スペクトル生成部 14 ~ 16 を各受信ブランチ #1 ~ #n 毎に設けた例について説明したが、第 2 実施形態（図 2）と同様に一つに統合しても良い。

【0133】次に、図 9 を参照して本発明に係る第 6 実施形態の OFDM ダイバースチ受信装置について説明する。図 9 は本発明に係る第 6 実施形態の OFDM ダイバースチ受信装置の構成を示す図である。

【0134】図 9 に示すように、この第 6 実施形態の OFDM ダイバースチ受信装置は、複数の受信ブランチ #1 ~ #n と、各受信ブランチ #1 ~ #n から出力された周波数スペクトル信号を合成する周波数スペクトル合成部 104 と、この周波数スペクトル合成部 104 により合成された合成周波数スペクトル信号の振幅を補正する振幅補正手段 108 と、この振幅補正手段 108 により補正された合成周波数スペクトル信号からデジタル信号系列を復調する復調部 105 とを有している。受信ブランチ #1 は、アンテナ 4、受信部 7、フーリエ変換部 11、参照周波数スペクトル生成部 14、伝送路周波数応答算出部 17、フィルタリング手段 21、重み付け演算部 101 を有している。受信ブランチ #2 は、アンテナ 5、受信部 8、フーリエ変換部 12、参照周波数スペクトル生成部 15、伝送路周波数応答算出部 18、フィルタリング手段 22、重み付け演算部 102 を有している。受信ブランチ #n は、アンテナ 6、受信部 9、フーリエ変換部 13、参照周波数スペクトル生成部 16、伝送路周波数応答算出部 19、フィルタリング手段 23、重み付け演算部 103 を有している。

【0135】この第 6 実施形態の OFDM ダイバースチ受信装置の場合、各受信ブランチ #1 ~ #n ではアンテナ 4 ~ 6 で受信された OFDM 伝送信号を受信部 7 ~ 9 で受信処理する。受信部 7 ~ 9 には、RF 周波数の信号をベースバンド信号に周波数変換するために必要な手段（増幅、周波数混合、帯域制限等）、同期手段、周波数補正手段、OFDM 伝送方式に特有のガード期間の除去手段などの各手段が備えられており、各受信部 7 ~ 9 からはガード期間が除去されたベースバンド信号が出力される。受信部 7 ~ 9 から出力されたベースバンド信号は、フーリエ変換部 11 ~ 13 に入力されて高速フーリエ変換処理されて周波数スペクトルに変換される。参照周波数スペクトル生成部 14 ~ 16 では、フーリエ変換部 11 ~ 13 によって変換される周波数スペクトルに相当する参照用の周波数スペクトルを生成して伝送路周波数応答算出部 17 ~ 19 へ出力する。

【0136】各伝送路周波数応答算出部 17 ~ 19 では、入力された各周波数スペクトルと参照周波数スペク

トルとを用いて、各受信ブランチ#1～#n固有の伝送路周波数応答が算出される。各受信ブランチ#1～#nの伝送路周波数応答算出部17～19で算出された伝送路周波数応答は、それぞれフィルタリング手段21～23を介して重み付け演算部101～103に出力される。

【0137】フィルタリング手段21～23では、それぞれの受信部7～9における雑音等による伝送路周波数応答の歪みが除去される。そしてフィルタリング手段21～23からは、雑音等の歪みが除去された伝送路周波数応答がそれぞれ重み付け演算部101～103へ出力される。

【0138】各重み付け演算部101～103では、各受信ブランチ#1～#nのフーリエ変換部11～13の出力である周波数スペクトル信号に重み付けが行われて、周波数スペクトル合成部104に出力される。

【0139】周波数スペクトル合成部104では、各ブランチからの周波数スペクトル信号が合成されて合成周波数スペクトルとされ、この合成周波数スペクトルは、振幅補正手段108に出力される。

【0140】振幅補正手段108では、合成周波数スペクトル信号の振幅が補正され、その補正された周波数スペクトルは、復調部105に出力される。

【0141】復調部105では、入力された振幅補正された合成周波数スペクトル信号を基に所定のデマッピング処理やパラレル／シリアル変換処理等を行い、送信されたデジタル信号系列を復調する。

【0142】なお、この第6実施形態に示したフィルタ手段21～23は、図4および図5に示した第4実施形態のものと同一であり、また、この第6実施形態に示した振幅補正手段108は、図7および図8に示した第5実施形態のものと同一のものであるため、特に重み付け演算部101～103と振幅補正手段108の各処理内容については詳述しない。

【0143】このようにこの第6実施形態のOFDMダイバーシチ受信装置によれば、各受信ブランチ#1～#nの伝送路周波数応答算出部17～19で算出された伝送路周波数応答をフィルタリング手段21～23を介して重み付け演算部101～103へ出力するよう構成し伝送路周波数応答の歪みを補正することで伝送路周波数応答がより正確になり、重み付け演算部101～103において適切な重み付け処理を実行することができる。また、周波数スペクトル合成部104の出力を振幅補正手段108を介して復調部105へ入力するよう構成したことで周波数スペクトル合成部104で合成した合成周波数スペクトルもさらに正確になり、この振幅補正手段108とフィルタリング手段21～23との相乗効果によって、さらにより正確なデジタル信号系列を得ることができる。

【0144】この結果、多値変調方式を採用した場合で

も、より正確な合成ダイバーシチ受信を実現することができる。また、このダイバーシチ受信の実現により受信特性の向上を図ることができる。さらに、劣悪な無線伝播環境下においても高品質な情報の伝送を実現することができる。

【0145】なお、この第6実施形態では、参照周波数スペクトル生成部14～16を各受信ブランチ#1～#n毎に配置した例について説明したが、第2実施形態(図2)と同様に、一つに統合しても良い。

【0146】次に、図10を参照して本発明に係る第7実施形態のOFDMダイバーシチ受信装置について説明する。図10は本発明に係る第7実施形態のOFDMダイバーシチ受信装置の構成を示す図である。この第7実施形態は、上記第6実施形態の変形例である。

【0147】同図に示すように、この第7実施形態のOFDMダイバーシチ受信装置は、複数の受信ブランチ#1～#nと、各受信ブランチ#1～#nに参照周波数スペクトル信号を出力する参照周波数スペクトル生成部106と、各受信ブランチ#1～#nから出力された周波数スペクトル信号に対して各受信ブランチ#1～#nから出力された伝送路周波数応答を用いて重み付け演算を行う重み付け演算部107と、この重み付け演算部107から出力された周波数スペクトル信号を合成する周波数スペクトル合成部104と、この周波数スペクトル合成部104により合成された合成周波数スペクトル信号の振幅を補正する振幅補正手段108と、この振幅補正手段108により補正された合成周波数スペクトル信号からデジタル信号系列を復調する復調部105とを有している。

【0148】すなわち、この第7実施形態は、第6実施形態の構成のうち、各受信ブランチ#1～#nから、重み付け演算部と参照周波数スペクトル生成部を独立させた例である。

【0149】この第7実施形態のOFDMダイバーシチ受信装置の場合、アンテナ4～6で受信されたOFDM伝送信号は各受信部7～9に入力され、ベースバンド信号に変換されて各フーリエ変換部11～13に入力される。

【0150】各フーリエ変換部11～13では、各受信部7～9からのベースバンド信号が高速フーリエ変換されて周波数スペクトル信号に変換されて、各伝送路周波数応答算出部17～19および重み付け演算部107へ出力される。

【0151】一方、参照周波数スペクトル生成部106では、フーリエ変換部11～13によって変換された周波数スペクトル信号に相当する参照周波数スペクトル信号が生成されて各伝送路周波数応答算出部17～19へ出力される。

【0152】各伝送路周波数応答算出部17～19では、各フーリエ変換部11～13から入力された周波数

スペクトル信号と参照周波数スペクトル生成部 106 から入力された参照周波数スペクトル信号とを用いて各受信ブランチ #1 ~ #n 固有の伝送路周波数応答が算出されてフィルタリング手段 21 ~ 23 を介して重み付け演算部 107 へ出力される。フィルタリング手段 21 ~ 23 では、伝送路周波数応答の歪みが除去される。

【0153】重み付け演算部 107 では、各受信ブランチ #1 ~ #n からの各周波数スペクトル信号が、各受信ブランチ #1 ~ #n から入力されたフィルタリング後の伝送路周波数応答に基づいて各スペクトル毎に重み付けされる。そして、重み付けされた各周波数スペクトル信号は、周波数スペクトル合成部 104 に出力される。周波数スペクトル合成部 104 では、重み付けされた各周波数スペクトル信号が合成されて合成周波数スペクトルとされ、この合成周波数スペクトルは、振幅補正手段 108 に出力される。

【0154】振幅補正手段 108 では、合成周波数スペクトル信号の振幅が補正され、その補正された周波数スペクトルが復調部 105 に出力される。

【0155】復調部 105 では、入力された振幅補正された合成周波数スペクトル信号を基に所定のデマッピング処理やパラレル/シリアル変換処理等を行い、送信されたデジタル信号系列を復調する。

【0156】この第 7 実施形態の OFDM ダイバーシチ受信装置によれば、上記第 6 実施形態と同様の効果が得られると共に、各受信ブランチ #1 ~ #n から、重み付け演算部 107 と参照周波数スペクトル生成部 104 を独立させたことにより、各受信ブランチ #1 ~ #n を小型化することができる。

【0157】次に、図 11 を参照して本発明に係る第 8 実施形態の OFDM ダイバーシチ受信装置について説明する。図 11 は本発明に係る第 8 実施形態の OFDM ダイバーシチ受信装置の構成を示す図である。この第 8 実施形態は、上記第 6 実施形態の変形例であり、特に移動受信環境での受信を想定した構成例である。移動受信環境とは、スロット構成を採用した OFDM 伝送方式でデジタル信号系列を伝送する通信システムや放送システムなどである。

【0158】すなわち、図 11 に示すように、この第 8 実施形態の OFDM ダイバーシチ受信装置は、各受信ブランチ #1 ~ #n 内に各フーリエ変換部 11 ~ 13 からの周波数スペクトル信号を遅延させる遅延部 53 ~ 55 を設けると共に、各受信ブランチ #1 ~ #n の外部に復調手段 105 で復調されたデジタル信号系列を周波数スペクトル信号に再変調する再変調部 51 と、この再変調部 51 により再変調された周波数スペクトル信号と参照周波数スペクトル生成部 106 からの出力とのうち、いずれか一方を選択して伝送路周波数応答算出部 17 ~ 19 へ出力する周波数スペクトル選択部 52 とを設けたものである。周波数スペクトル選択部 52 は、通常、復

調手段 105 で復調されたデジタル信号系列を再変調部 51 で再変調して得た周波数スペクトル信号を選択して伝送路周波数応答算出部 17 ~ 19 へ出力する一方、受信部 7 ~ 9 で既知データ系列の OFDM 伝送信号が受信された場合には、参照周波数スペクトル生成部 106 からの出力を選択して伝送路周波数応答算出部 17 ~ 19 へ出力する。

【0159】この OFDM ダイバーシチ受信装置の場合、上記通信システムや放送システムなどにおいて、OFDM 伝送方式で無線伝送されるスロットの先頭に、例えば所定時間間隔に既知データ系列を載せて伝送することを想定し、この既知データ系列を含んだ OFDM 伝送信号を受信部 7 ~ 9 で受信したときは、その既知データ系列に相当する参照周波数スペクトル信号を参照周波数スペクトル生成手段 106 で生成する。

【0160】この参照周波数スペクトル生成手段 106 で生成された参照周波数スペクトル信号は、スペクトル選択手段 52 を介して各受信ブランチ #1 ~ #n の伝送路周波数応答算出部 17 ~ 19 に入力される。

【0161】また、既知データ系列を含んだ OFDM 伝送信号が受信された場合、各フーリエ変換部 11 ~ 13 により変換された周波数スペクトル信号は、遅延手段 53 ~ 55 により遅延されることなく伝送路周波数応答算出部 17 ~ 19 に入力される。伝送路周波数応答算出部 17 ~ 19 では、入力された参照周波数スペクトル信号とフーリエ変換部 11 ~ 13 により変換された周波数スペクトル信号とから伝送路周波数応答が算出される。

【0162】また、既知データ系列以外のデータ系列を含んだ OFDM 伝送信号を受信部 7 ~ 9 で受信したときは、各受信ブランチ #1 ~ #n のフーリエ変換部 11 ~ 13 により変換された周波数スペクトル信号は遅延手段 53 ~ 55 によって所定の時間、例えば一単位 of データシンボル時間だけ遅延された後、伝送路周波数応答算出部 17 ~ 19 に入力される。

【0163】一方、復調手段 105 で復調されたデジタル信号系列は、再変調部 51 により再変調されて周波数スペクトル信号とされる。この再変調の処理には、通常、一単位 of データシンボル時間だけ時間がかかり、この時間分だけ遅延して伝送路周波数応答算出部 17 ~ 19 に入力される。

【0164】したがって、伝送路周波数応答算出部 17 ~ 19 には、各遅延手段 53 ~ 55 から入力された周波数スペクトル信号と、再変調部 51 から出力された周波数スペクトル信号とが同期して入力され、これらの周波数スペクトル信号から伝送路周波数応答が算出される。

【0165】各伝送路周波数応答算出部 17 ~ 19 で算出された伝送路周波数応答は、フィルタリング手段 21 ~ 23 を介して重み付け演算手段 101 ~ 103 へ出力される。それぞれのフィルタリング手段 21 ~ 23 では、各受信部 7 ~ 9 における雑音等による伝送路周波数

応答の歪みが除去される。そして、フィルタリング手段 21~23 からは、歪みが除去された伝送路周波数応答が重み付け演算手段 101~103 に入力される。

【0166】重み付け演算手段 101~103 では、入力された歪み除去後の伝送路周波数応答を用いてフーリエ変換部 11~13 の出力である周波数スペクトル信号に重み付け処理が行われる。なお各重み付け演算手段 101~103 の処理は、上記各実施形態で説明した内容と同様であり、その説明は省略する。

【0167】各受信ブランチ #1~#n の重み付け演算部 101~103 によってそれぞれ重み付けされた周波数スペクトル信号は、周波数スペクトル合成手段 104 へ出力される。

【0168】周波数スペクトル合成手段 104 では、各受信ブランチ #1~#n からの周波数スペクトル信号がスペクトル毎に合成されて合成周波数スペクトル信号とされて振幅補正手段 108 へ出力される。

【0169】振幅補正手段 108 では、周波数スペクトル合成手段 104 からスペクトル毎の合成周波数スペクトル信号が入力されると、上記実施形態と同様の処理が行われて、スペクトル毎に振幅が補正される。振幅補正された周波数スペクトル信号は、復調手段 105 へ出力される。

【0170】復調手段 105 では、入力された周波数スペクトル信号を基に所定のデマッピング処理やパラレル/シリアル変換処理等が行われて、送信元で送信したデジタル信号系列が復調されて再変調部 51 などへ入力される。

【0171】このようにスロット先頭に既知データ系列を含むようなスロット構成で信号を無線伝送するシステムでは、既知データ系列以外のデータ系列について、再変調手段 51 で再度変調処理を行い、周波数スペクトル選択手段 52 を介して各受信ブランチ #1~#n の伝送路周波数応答算出部 17~19 に入力する。この処理は一般的に判定帰還処理（デシジョンディレクテッド処理）と呼ばれ、繰り返し行われる。

【0172】つまり、時刻 k に復調したデジタル信号系列の周波数スペクトルと時刻 k に受信した OFDM 伝送信号の周波数スペクトルから伝送路周波数応答を算出し、この伝送路周波数応答に基づいて、時刻 k+1 のフーリエ変換部 11~13 の出力に重み付け処理を施すのである。

【0173】このようにこの第 8 実施形態の OFDM ダイバーシチ受信装置によれば、伝送路周波数応答算出部 17~19 において、既知データ系列が受信されたときはフーリエ変換部 11~13 から遅延手段 53~55 を介して入力された周波数スペクトル信号と周波数スペクトル選択手段 52 からの参照周波数スペクトル信号から伝送路周波数応答を算出する一方、既知データ系列以外のデータ系列が受信されたときは遅延手段 53~55 に

より所定時間だけ遅延された周波数スペクトル信号と復調手段 105 により復調されたデジタル信号系列を再変調した周波数スペクトル信号とから伝送路周波数応答を算出するので、移動受信環境などの動的な電波の伝播環境においても、各受信ブランチ #1~#n でアップデートな伝送路周波数応答を算出でき、合成ダイバーシチに不可欠な適切な重み付け処理をより正確に行うことができる。

【0174】この結果、より正確な合成ダイバーシチ受信を実現することができる。また、このダイバーシチ受信の実現により受信特性の向上を図ることができる。さらに、劣悪な無線伝播環境下においても高品質な情報の伝送を実現することができる。ここで、図 12 を参照してこの第 8 実施形態の OFDM ダイバーシチ受信装置の効果について説明する。図 12 は第 8 実施形態の OFDM ダイバーシチ受信装置によるビット誤り率特性図、つまり受信特性図である。

【0175】この図 12 のビット誤り率特性は、横軸に E_b/N_0 (dB) を、縦軸にビット誤り率を定義し、独立 2 波のマルチパス伝播環境下で評価した結果である。

【0176】図中、 τ は 2 波（主到来波と遅延到来波）の到来時間差を示し、 D/U (dB) は主到来波と遅延到来波との電力比を示す。

【0177】同図では、 D/U (dB) が 0 (dB) の場合と 5 (dB) の場合とをそれぞれ示しているが、いずれの D/U (dB) でも、この OFDM ダイバーシチ受信装置によって、受信特性が極めて大きく向上していることが判る。

【0178】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、複数の受信手段それぞれにおいて算出した伝送路周波数応答に応じて、受信した直交周波数分割多重信号を周波数変換して得た周波数スペクトル信号の重み付けを行ってそれぞれの周波数スペクトル信号を合成することにより、より正確に振幅方向および位相方向の歪みの推定を行えると共に、周波数スペクトル信号およびデジタル信号系列の再現がより正確にできるようになり合成ダイバーシチ受信を実現することができる。また高効率変調方式を採用した直交周波数分割多重信号を良好に受信することができる。さらに合成ダイバーシチ受信の実現により、劣悪な無線伝播環境下においても高品質な情報の伝送を実現すると共に、受信特性の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る第 1 実施形態の OFDM ダイバーシチ受信装置の構成を示す図。

【図 2】本発明に係る第 2 実施形態の OFDM ダイバーシチ受信装置の構成を示す図。

【図 3】本発明に係る第 3 実施形態の OFDM ダイバーシチ受信装置の構成を示す図。

【図 4】本発明に係る第 4 実施形態の OFDM ダイバー

シチ受信装置の構成を示す図。

【図5】図4のOFDMダイバーシチ受信装置のフィルタリング手段の一例を示す図。

【図6】(a)は図4のフィルタリング手段へ入力前の伝送路周波数応答を示す図。(b)は(a)の伝送路周波数応答からフィルタリング手段により生成された遅延プロファイルを示す図。

【図7】本発明に係る第5実施形態のOFDMダイバーシチ受信装置の構成を示す図。

【図8】図7のOFDMダイバーシチ受信装置の振幅補正手段の一例を示す図。

【図9】本発明に係る第6実施形態のOFDMダイバーシチ受信装置の構成を示す図。

【図10】本発明に係る第7実施形態のOFDMダイバーシチ受信装置の構成を示す図。

【図11】本発明に係る第8実施形態のOFDMダイバ

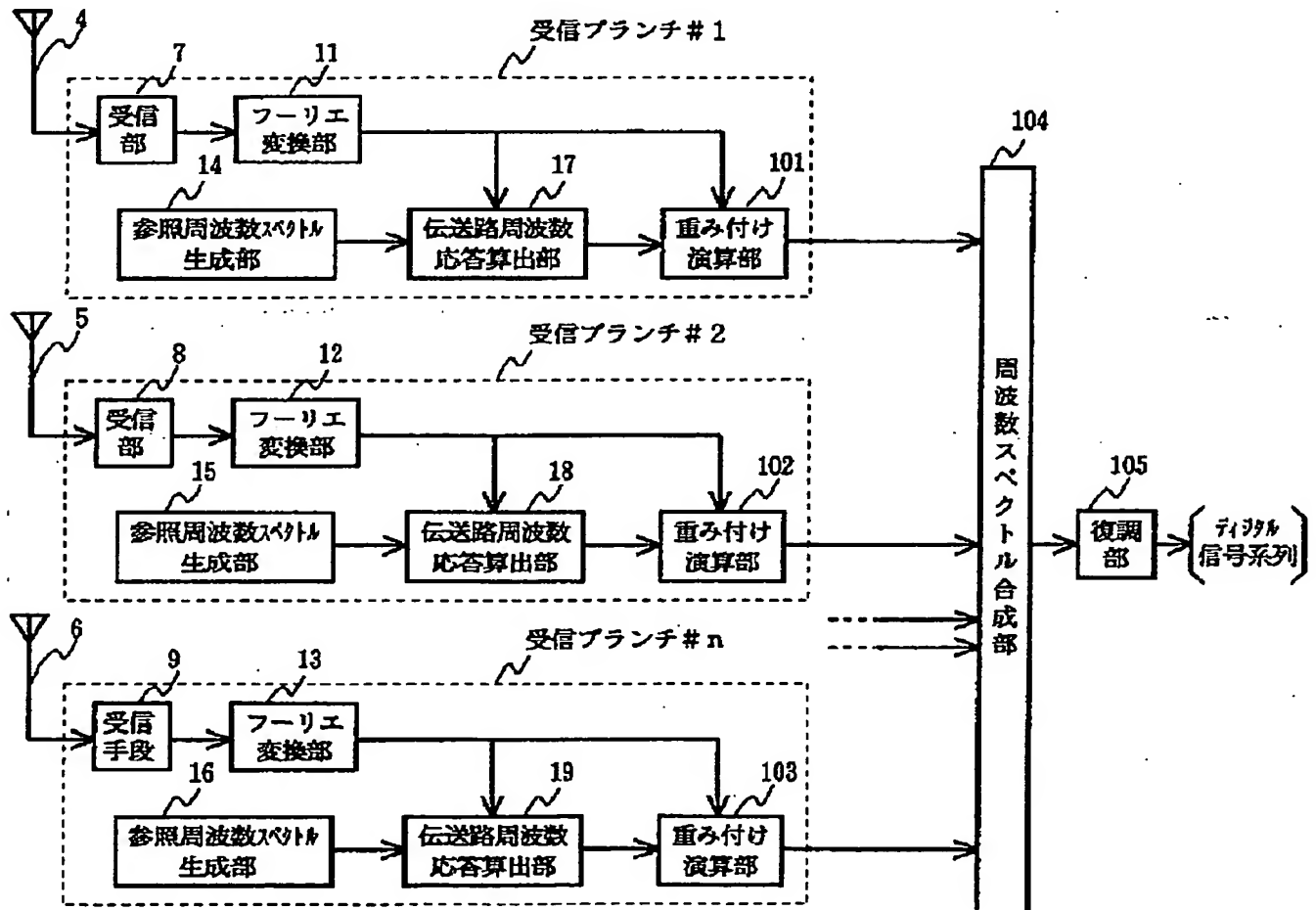
ーシチ受信装置の構成を示す図。

【図12】第8実施形態のOFDMダイバーシチ受信装置の受信特性評価結果であるビット誤り率特性を示す図。

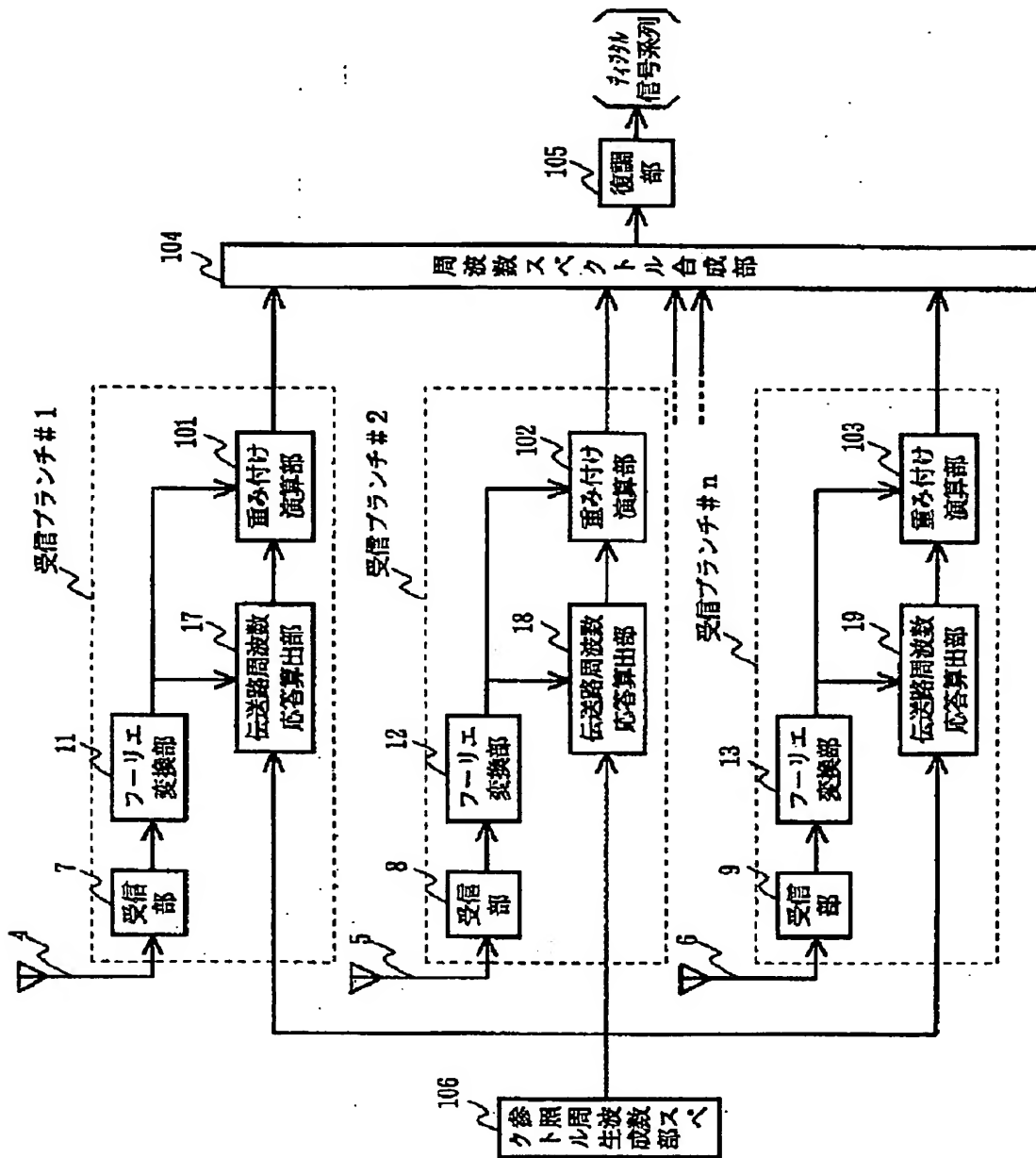
【符号の説明】

#1～#n…受信ブランチ、4～6…アンテナ、7～9…受信部、11～13…フーリエ変換部、14～16、106…参照周波数スペクトル生成部、17～19…伝送路周波数応答算出部、101～103、107…重み付け演算部、104…周波数スペクトル合成部、105…復調部、108…振幅補正手段、21～23…フィルタリング手段、32…逆フーリエ変換部、33…伝播遅延時間測定部、34…フィルタリング帯域幅設定部、35…フィルタ、46～48…電力算出部、411…除算部、51…再変調部、52…周波数スペクトル選択部。

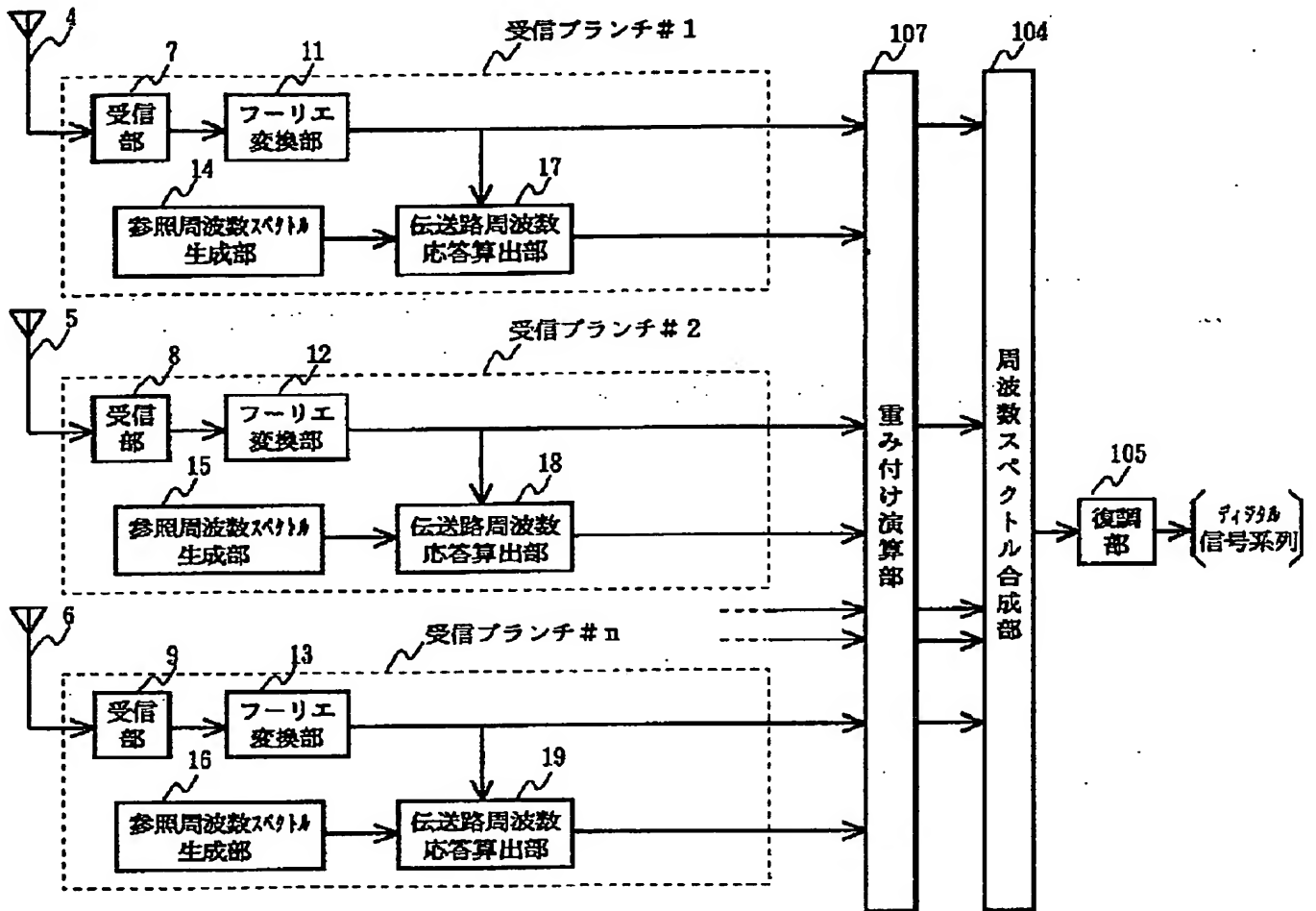
【図1】



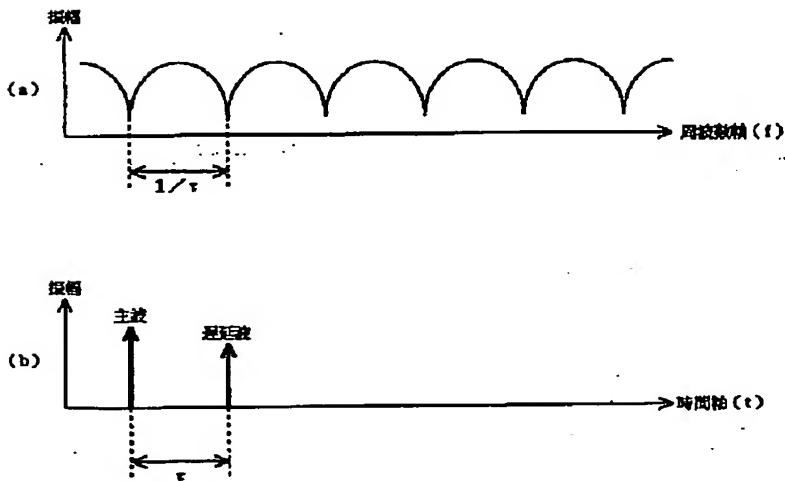
【図 2】



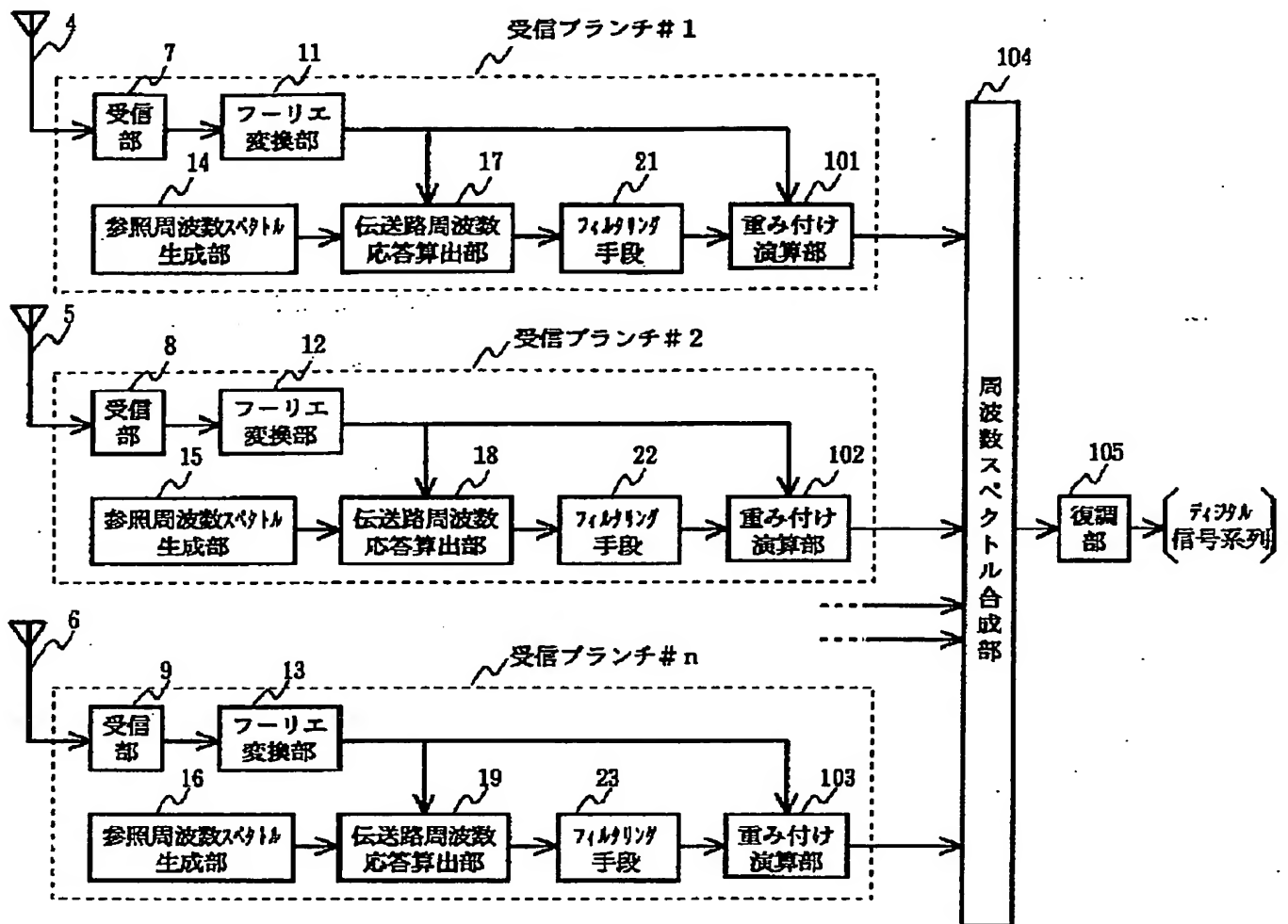
【図 3】



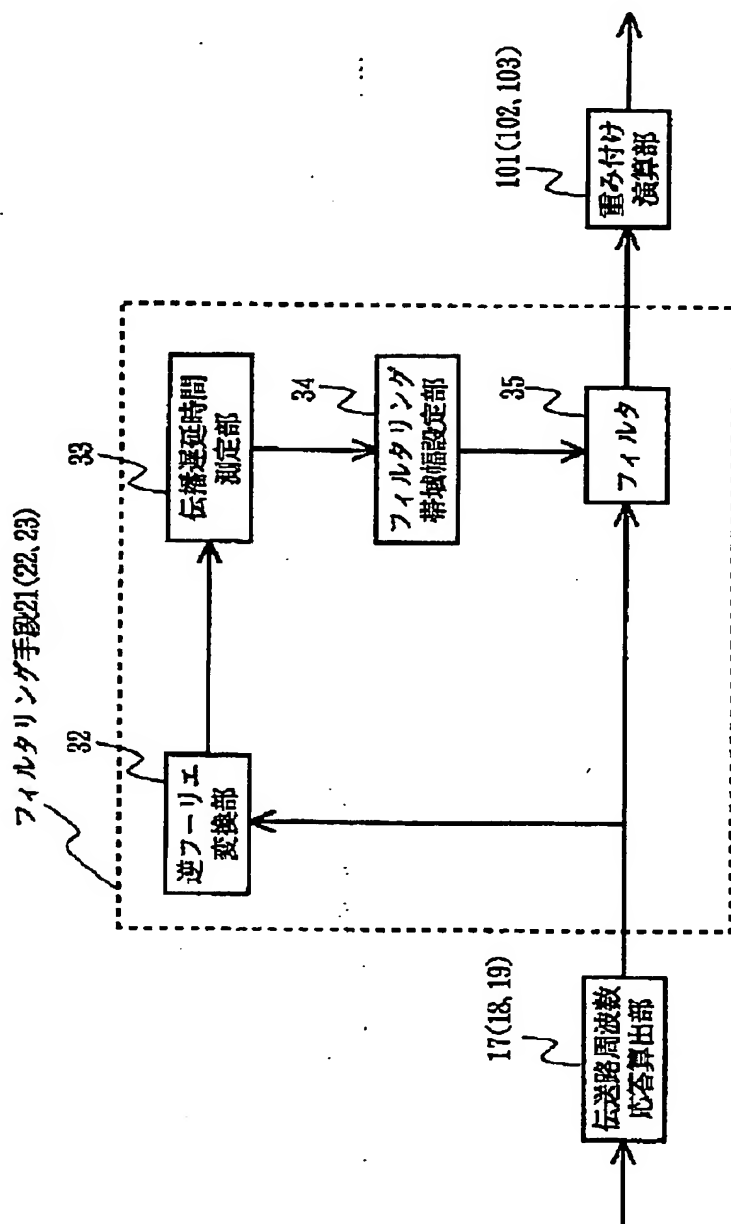
【図 6】



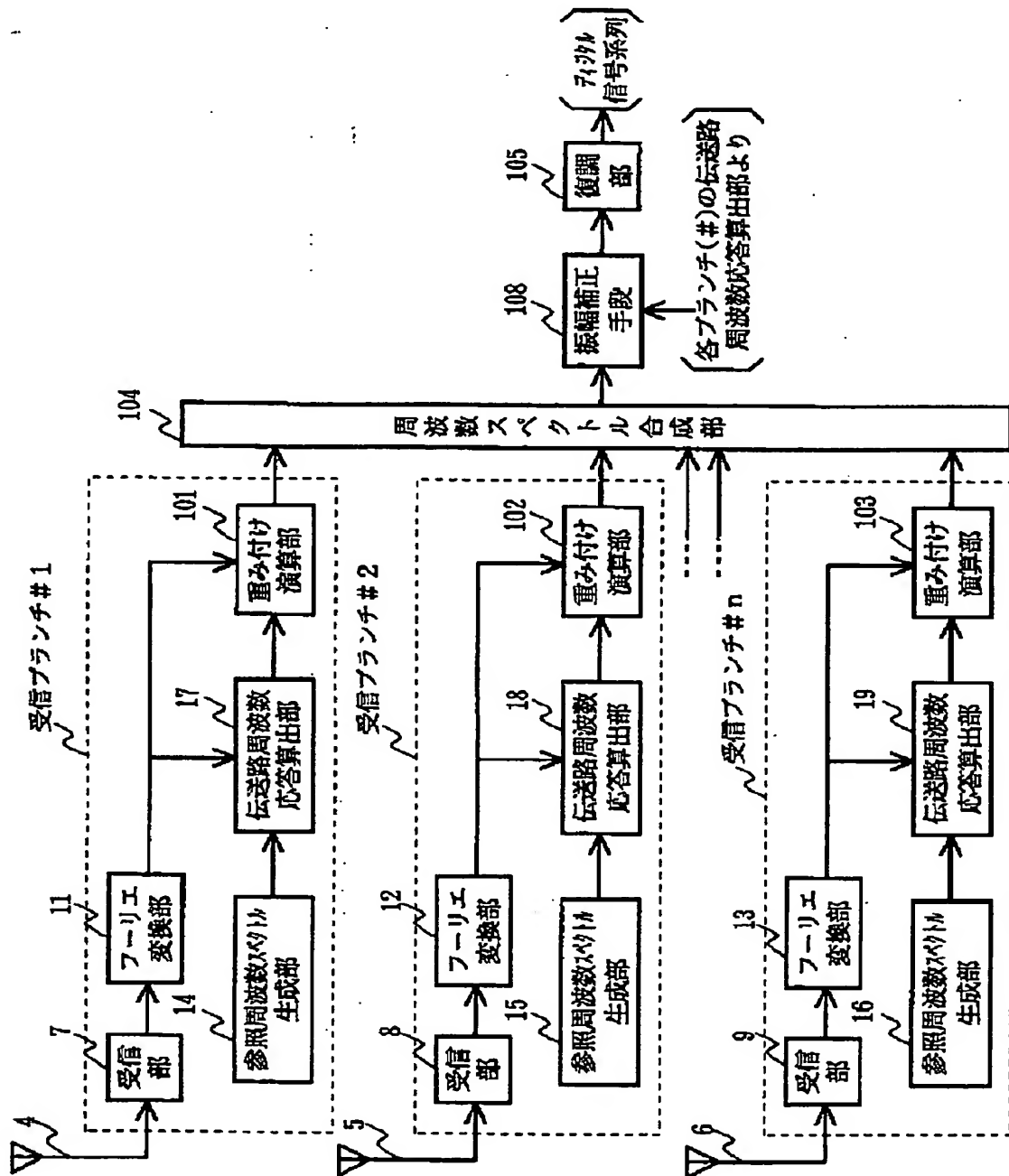
【図 4】



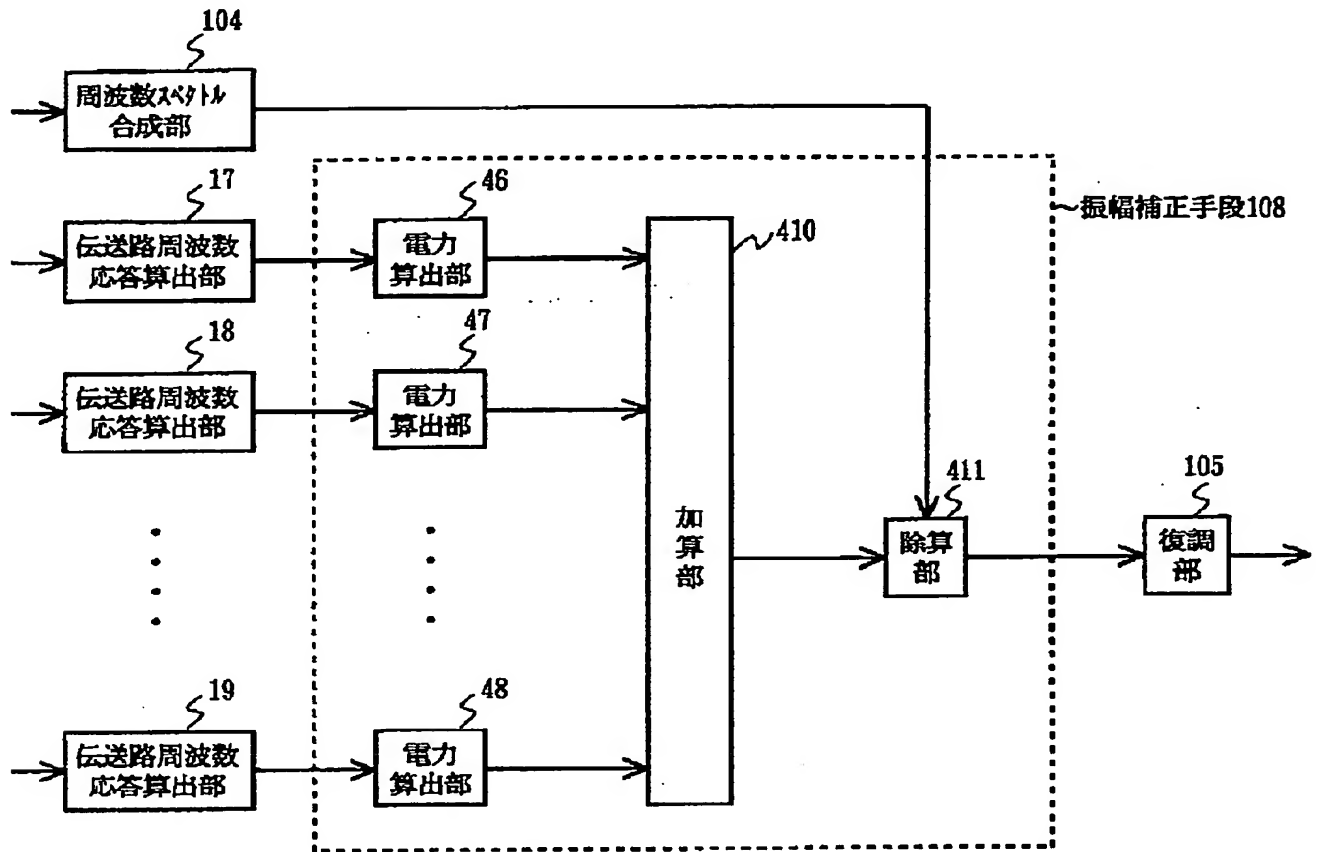
【図 5】



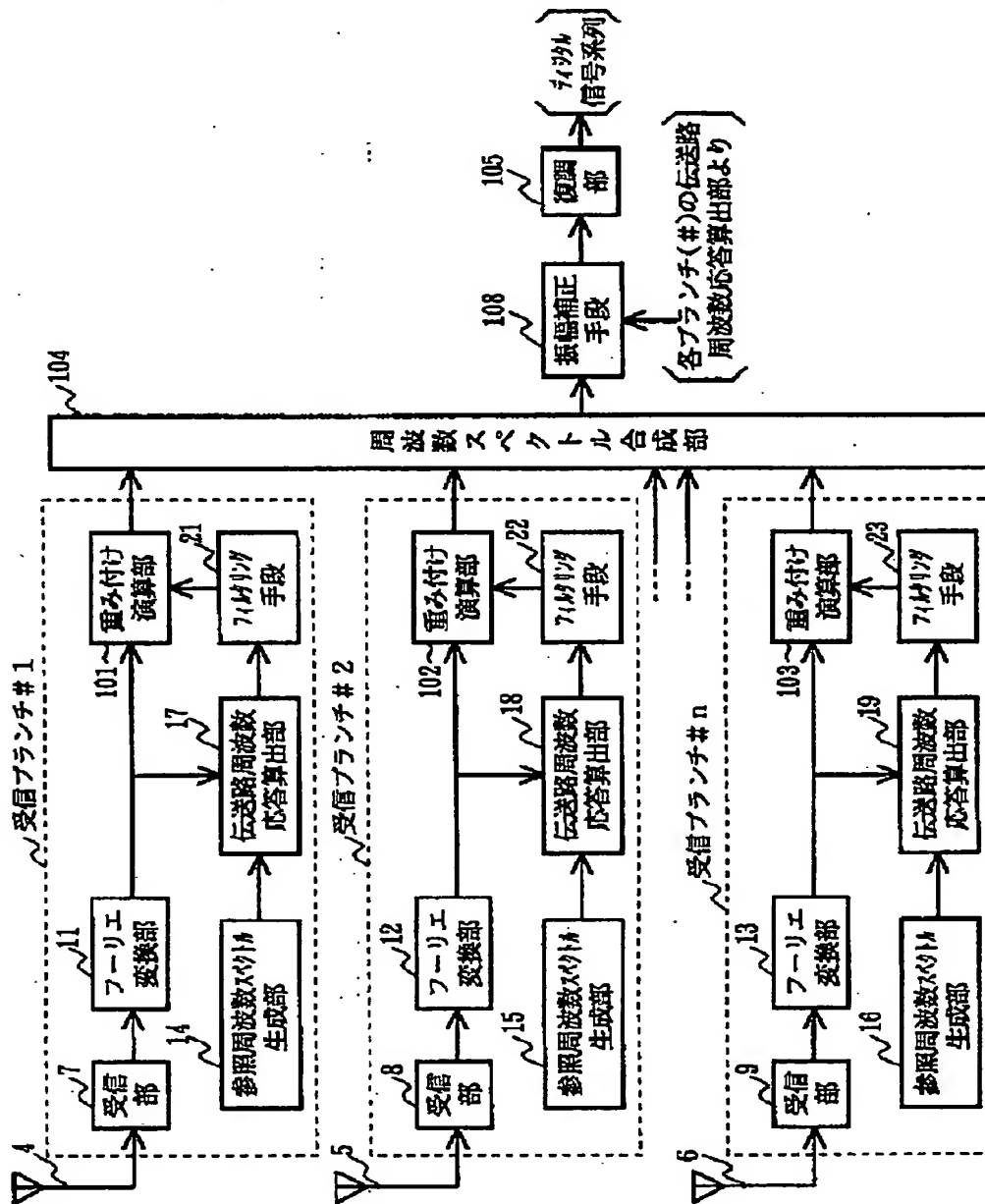
【 図 7 】



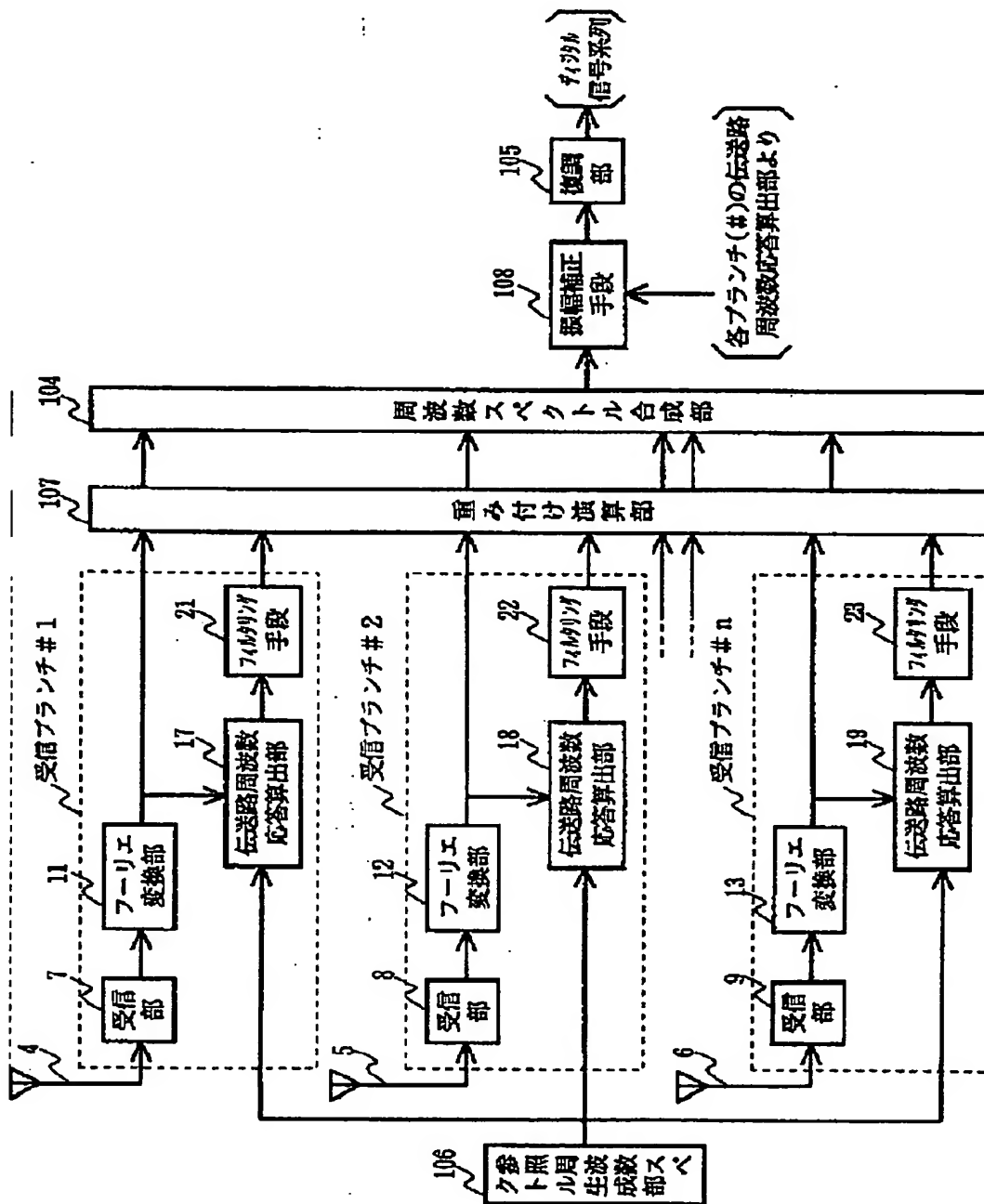
【図 8】



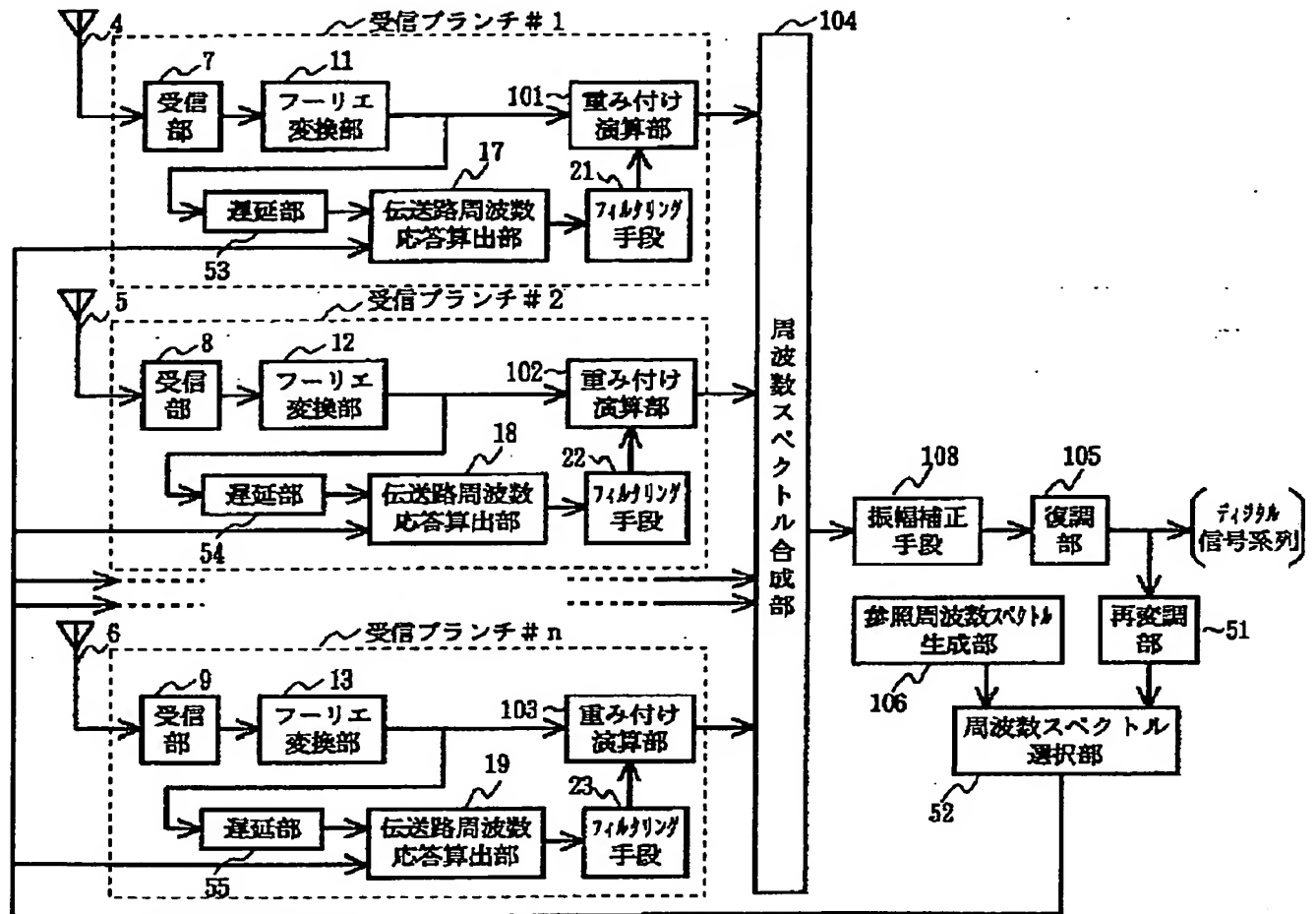
【 図 9 】



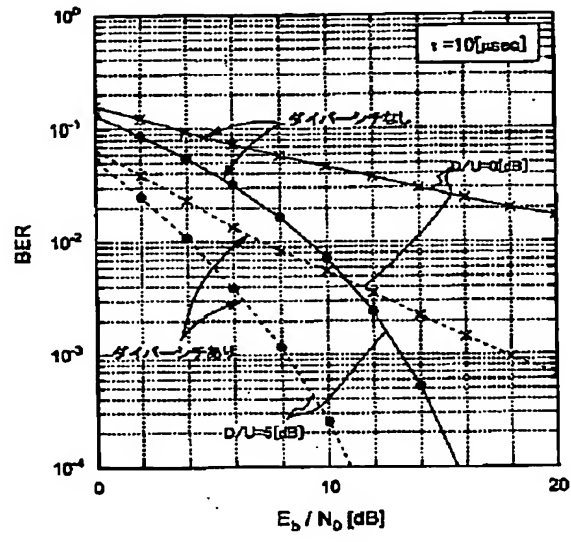
【図 10】



【図 11】



【図 12】



$D/U-S$ [dB]
ダイバーシティなし

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.